Conto corrente con la Posta

*Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 92 del 18 aprile 1940-XVIII*

*PARTE PRIMA*

SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI MENO I FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DI GRAZIA E GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE DELLE LEGGI — TELEFONI: 50-107 - 50-033 - 53-914.

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. **2228**.

**Norme per l'accettazione dei leganti idraulici.**

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. **2229**.

**Norme per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato.**

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. **2230**.

**Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico.**

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. **2231**.

**Norme per l'accettazione delle calci.**

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. **2232**.

**Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione.**

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. **2233**.

**Norme per l'accettazione dei materiali laterizi.**

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. **2234**.

**Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazioni.**

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. **2235**.

**Norme per l'accettazione dei mattoni e terre refrattarie da impiegare nelle comuni costruzioni edilizie.**

# LEGGI E DECRETI

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. 2228.
**Norme per l'accettazione dei leganti idraulici.**

VITTORIO EMANUELE III
PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE
RE D'ITALIA E DI ALBANIA
IMPERATORE D'ETIOPIA

Veduto l'art. 18 del R. decreto-legge 25 giugno 1937-XV, n. 1114;
Veduto il R. decreto-legge 5 settembre 1938-XVI, n. 1787;
Udito il Consiglio dei Ministri;
Sulla proposta del DUCE del Fascismo, Capo del Governo, di concerto coi Ministri per i lavori pubblici e per le corporazioni;
Abbiamo decretato e decretiamo:

Sono approvate e rese obbligatorie le annesse norme, compilate dal Consiglio nazionale delle ricerche, per l'accettazione dei leganti idraulici (cementi ed agglomeranti cementizi) le quali saranno firmate, d'ordine Nostro, dal DUCE del Fascismo, Capo del Governo, proponente.
Sono abrogate tutte le disposizioni contrarie o comunque incompatibili con quelle del presente decreto, il quale entrerà in vigore nel 60° giorno dopo la sua pubblicazione.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 16 novembre 1939-XVIII

VITTORIO EMANUELE
MUSSOLINI — SERENA — RICCI

Visto, *il Guardasigilli*: GRANDI
*Registrato alla Corte dei conti, addì 29 febbraio* 1940-XVIII
*Atti del Governo, registro* 418, *foglio* 118. — MANCINI

---

**Norme per l'accettazione dei leganti idraulici**

## CAPO I.

CLASSIFICAZIONI E DEFINIZIONI.

### Art. 1.

Agli effetti delle presenti norme i leganti idraulici si distinguono in:

*A - Cementi*:

*a*) idraulico normale (Portland);
*b*) pozzolanico;
*c*) d'alto forno;
*d*) alluminoso.

*B - Agglomeranti cementizi*:

*a*) a lenta presa;
*b*) a rapida presa.

### Art. 2.

I leganti idraulici sopranominati rispondono alle seguenti definizioni:

*A - Cementi*:

*a*) idraulico normale (Portland). — Per cemento idraulico normale (Portland) si intende il prodotto ottenuto con la cottura di marne naturali o di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materia argillosa e successiva macinazione del prodotto di cottura senza aggiunta di materie inerenti, e rispondente ai requisiti di cui al capo II;

*b*) pozzolanico. — Per cemento pozzolanico s'intende il prodotto ottenuto con la macinazione, senza aggiunta di materie inerti, d'una mescolanza intima ed omogenea di clinker puro di cemento e di pozzolana, e rispondente ai requisiti di cui al capo II. Il clinker può essere prodotto anche con la cottura di calcare e pozzolana;

*c*) d'alto forno. — Per cemento d'alto forno si intende il prodotto ottenuto con la macinazione, senza aggiunta di materie inerti, d'una mescolanza intima od omogenea di clinker puro di cemento e di loppe basiche d'alto forno, granulate opportunamente o vetrose, derivanti dalla produzione della ghisa, e rispondente ai requisiti di cui al capo II. Il clinker può essere prodotto anche con la cottura di calcare e loppe;

*d*) alluminoso. — Per cemento alluminoso s'intende il prodotto ottenuto con la cottura e successiva macinazione di una mescolanza intima ed omogenea di allumina, di silice e di ossido di calcio o di carbonato di calcio, senza aggiunta di materie inerti, e rispondente ai requisiti di cui al capo II.
Il cemento idraulico normale (Portland), quello pozzolanico e quello d'alto forno, quando raggiungono la resistenza a compressione di 700 kg.-cmq. su malta normale dopo 28 giorni di stagionatura (salvo la tolleranza di cui al capo II) acquistano la qualifica di cementi ad alta resistenza.

*B - Agglomeranti cementizi*:

Per agglomeranti cementizi si intendono i prodotti di cui alla lettera *A*, paragrafi *a*), *b*), *c*), *d*), quando abbiano resistenze inferiori a quelle stabilite all'art. 4 del capo II; o contengano aggiunte di materie inerti, e quelli a rapida presa.

## CAPO II.

REQUISITI DI ACCETTAZIONE.

### Art. 3.

I leganti idraulici devono soddisfare ai seguenti requisiti nei quali le quantità sono espresse percentualmente in peso

*A - Cementi*:

*a*) idraulico normale (Portland):

| | | |
|---|---|---|
| 1) Rapporto di composizione $\frac{CaO}{SiO_2 + R_2O_3}$ | $\geq$ | 1,70 |
| 2) Perdita al fuoco | $\leq$ | 5 % |
| 3) Residuo insolubile | $\leq$ | 1,5 % |
| 4) Contenuto in $SO_3$ | $\leq$ | 2,5 % |
| 5) Contenuto in MgO | $\leq$ | 3 % |

*b*) pozzolanico:

| | | |
|---|---|---|
| 1) Rapporto di composizione $\frac{SiO_2 + R_2O_3}{CaO}$ | $\geq$ | 1 |
| 2) Residuo insolubile | $\leq$ | 16 % |
| 3) Contenuto in $CaCo_3$ | $\leq$ | 5 % |
| 4) Contenuto in $SO_3$ | $\leq$ | 2,5 % |
| 5) Contenuto in MgO | $\leq$ | 3 % |

c) d'alto forno:

1) Perdita al fuoco . . . . . . . . . . . . . ≦ 5 %
2) Residuo insolubile . . . . . . . . . . . . ≦ 1,5 %
3) Contenuto in MnO . . . . . . . . . . . . ≦ 4 %
4) Contenuto in $SO_3$ . . . . . . . . . . . . ≦ 2,5 %
5) Contenuto in MgO . . . . . . . . . . . . ≦ 3 %
6) Contenuto in solfo da solfuri . . . . . . ≦ 2 %

d) alluminoso:

1) Perdita al fuoco . . . . . . . . . . . . . ≦ 5 %
2) Residuo insolubile . . . . . . . . . . . . ≦ 1,5 %
3) Contenuto in $SO_3$ . . . . . . . . . . . . ≦ 2,5 %
4) Contenuto in MgO . . . . . . . . . . . . ≦ 3 %
5) Contenuto in $Al_2O_3$ . . . . . . . . . . . ≧ 35 %

*B - Agglomeranti cementizi:*

1) Contenuto in $SO_3$ . . . . . . . . . . . . ≦ 2,5 %

Art. 4.

I leganti idraulici debbono dar luogo alle seguenti resistenze, con la tolleranza del 5 % in meno alla compressione, senza alcuna tolleranza alla trazione.

*A - Cementi:*

a) b) c) idraulico normale (Portland), pozzolanico e d'alto forno.

Resistenza a trazione (su malta normale):
dopo 7 giorni . . . . . . . . kg/cm² 26
» 28 » . . . . . . . . » 32

Resistenza a pressione (su malta normale):
dopo 7 giorni . . . . . . . . kg/cm² 380
» 28 » . . . . . . . . » 500

a') b') c') idraulico normale (Portland), pozzolanico e d'alto forno ad alta resistenza.

Resistenza a trazione (su malta normale):
dopo 3 giorni . . . . . . . . kg/cm² 21
» 7 » . . . . . . . . » 31
» 28 » . . . . . . . . » 37

Resistenza a pressione (su malta normale):
dopo 3 giorni . . . . . . . . kg/cm² 290
» 7 » . . . . . . . . » 500
» 28 » . . . . . . . . » 680

d) alluminoso.

Resistenza a trazione (su malta normale):
dopo 24 ore . . . . . . . . kg/cm² 27
» 3 giorni . . . . . . . . » 32
» 28 » . . . . . . . . » 42

Resistenza a pressione (su malta normale):
dopo 24 ore . . . . . . . . kg/cm² 350
» 3 giorni . . . . . . . . » 375
» 28 » . . . . . . . . » 750

*B - Agglomeranti cementizi:*

a) a lenta presa.

Resistenza a trazione (su malta normale):
dopo 7 giorni . . . . . . . . kg/cm² 19
» 28 » . . . . . . . . » 23

Resistenza a pressione (su malta normale):
dopo 7 giorni . . . . . . . . kg/cm² 210
» 28 » . . . . . . . . » 350

b) a rapida presa.

Resistenza a trazione (su pasta normale):
dopo 7 giorni . . . . . . . . kg/cm² 13

Resistenza a pressione (su pasta normale):
dopo 7 giorni . . . . . . . . kg/cm² 130

Art. 5.

I leganti idraulici debbono essere di composizione omogenea e costante, e di buona stagionatura.

Art. 6.

I leganti idraulici non debbono lasciare sul setaccio di 900 maglie per cmq. un residuo, superiore al 2 %.

Art. 7.

I leganti idraulici non debbono dare nella prova di espansione un'apertura delle pinze superiore a mm. 10.

Art. 8.

Dal principio dell'impasto all'inizio e al termine della presa devono intercedere i tempi seguenti.

*A - Cementi:*

inizio presa . . . . . almeno un'ora
termine presa . . . . . almeno quattro ore

*B - Agglomeranti cementizi:*

a) a lenta presa:
inizio presa . . . . . almeno un'ora
termine presa . . . . . da 6 a 12 ore

b) a rapida presa:
inizio presa . . . . . almeno un minuto
termine presa . . . . . al più 30 minuti.

## CAPO III.

### Metodi di prova.

### Sezione I. — *Prove fisiche.*

Art. 9.

Per l'accertamento dei requisiti d'accettazione di cui nel capo II, i leganti idraulici debbono essere sottoposti a prove fisiche di finezza, indeformabilità, presa, trazione e pressione con le modalità indicate negli articoli seguenti.

Art. 10.

Il controllo di finezza viene effettuato con vaglio avente 900 maglie per cmq., formato con fili metallici di calibro 0,15 mm. mosso a mano od a macchina.

La prova si deve eseguire due volte su 50 gr. di legante essiccato a 110° circa fino a peso costante.

La stacciatura è finita quando nell'intervallo di due minuti il peso della materia passata non supera 0,5 gr.

Art. 11.

Le prove di indeformabilità e di presa debbono essere effettuate su pasta normale costituita da miscela di legante idraulico ed acqua in proporzioni tali che, posta in un anello tronco conico di ebanite (avente il diametro interno alla base superiore di 9 cm. ed inferiore di 8 cm., della profondità di 4 cm.) disposto su una lastra di vetro, e fatta discendere lentamente e senza scosse nel centro di esso la sonda di consistenza, questa si arresti a 6 mm. dal fondo dell'anello. La sonda suddetta dev'essere di metallo liscio, di forma cilindrica, del diametro di 1 cm., terminare con una sezione piana ortogonale al suo asse, pesare 300 gr. ed essere

portata da un apparecchio che permetta il rilevamento esatto dello spessore della pasta che rimane fra l'estremità inferiore della sonda e la lastra di vetro.

Per determinare l'acqua necessaria a confezionare la pasta normale si distendono sotto forma di ciambella sopra una lastra di vetro o di metallo pulito 400 gr. di legante versandovi nel mezzo, ed in un sol colpo, una certa quantità di acqua potabile; indi si impasta energicamente con una spatola per tre minuti contati dal versamento dell'acqua.

Con la pasta ottenuta si riempie immediatamente l'anello tronco-conico e si fa la prova con la sonda, ripetendo l'operazione sino alla determinazione dell'acqua con la quale si ottenga la pasta normale.

Per confezionare la pasta normale degli agglomeranti cementizi a rapida presa si procede nello stesso modo sopraindicato impiegando ancora 400 gr. di agglomerante, ma riducendo la durata dell'impasto ad 1 minuto.

Tutte le operazioni suindicate debbono essere fatte in un ambiente a temperatura compresa tra 15° e 20°, ed entro questi limiti deve essere compresa la temperatura dell'acqua della scatola e del legante.

Art. 12.

La prova di indeformabilità viene effettuata su provini cilindrici entro stampi di ottone alti 3 cm. e del diametro interno di 3 cm. aperti secondo una generatrice e portanti da ciascuna parte della fessura un ago di cm. 15 di lunghezza.

Gli stampi riempiti di pasta normale vengono immersi in acqua, inizialmente alla temperatura compresa fra 15° e 20°, che viene progressivamente riscaldata all'ebollizione in circa mezz'ora di tempo: sono mantenuti in tale stato per 3 ore e poi raffreddati fino a temperatura ambiente.

Gli stampi suddetti non devono essere a contatto della parete, lambita dalla fiamma, del recipiente che li contiene.

Finita la prova il distacco delle punte in mm. esprime la misura del rigonfiamento avvenuto nella massa di cemento racchiusa nello stampo.

Art. 13.

Le prove di presa si eseguiscono su pasta normale posta nell'anello tronco-conico già descritto, tenuto in ambiente a temperatura compresa fra 15° e 20°, avente umidità relativa di circa l'80 %.

La prova consiste nello stabilire in funzione del tempo di quanto affonda nella pasta un ago di ferro (detto ago di Vicat) cilindrico, liscio, terminato da una sezione piana ortogonale all'asse di 1 mmq. (un millimetro quadrato) di area (diametro 1,13) e pesante 300 gr.

Si definisce inizio della presa l'istante in cui il suddetto ago si arresta a distanza di 1 mm. dalla lastra di vetro, e termine della presa l'istante in cui l'ago sia sopportato dalla pasta senza che vi penetri più di mezzo millimetro.

I periodi di tempo occorrenti perchè avvengano il principio ed il termine della presa vengono calcolati a partire dall'inizio dell'impasto.

Art. 14.

Le prove di trazione e pressione debbono essere effettuate su malta confezionata con sabbia normale, estratta dalla cava situata nella sponda del lago Massacciuccoli in territorio del comune di Viareggio, frazione Torre del Lago. Detta sabbia deve passare attraverso un vaglio di lamiera dello spessore di 1 mm. con fori circolari del diametro di 1,5 mm. e restare sopra un vaglio di lamina dello spessore di 0,5 mm. con fori circolari del diametro di 1 mm. con tolleranza in più o in meno del 5% (in peso).

Si chiama normale l'impasto, con opportuna quantità di acqua, di una miscela costituita da una parte di legante idraulico e da tre parti di sabbia normale in peso.

La quantità di acqua necessaria per la malta normale deve essere indicata dallo stabilimento produttore. Nel caso manchi questa indicazione, si forma la malta con quantità di acqua eguale all'8 % del peso della miscela secca.

Per la confezione dei provini per le prove a trazione ed a pressione si pongono in una bacinella 500 gr. di legante e 1500 gr. di sabbia normale e si mescolano a secco per un minuto, indi viene aggiunta l'acqua e si mescola per un altro minuto.

La miscela viene poi posta, per ultimare l'impasto, in una mescolatrice a bacinella mobile e mola rotante, facendo percorrere alla bacinella 20 giri in due minuti e mezzo (8 giri al minuto).

La bacinella mobile deve avere il diametro medio di 40 cm.; la mola deve avere il peso di 20 kg. circa, compreso l'albero che la porta, il diametro massimo di cm. 20 e lo spessore di cm. 8 e terminare alla periferia con sagoma circolare. La distanza della mola rotante di compressione dalla bacinella mobile lungo tutta la sua sagoma deve essere di 5-6 mm.

Con tale quantitativo di malta normale si confezionano due provini a trazione e due provini a compressione.

Art. 15.

Le prove a trazione si effettuano nei seguenti modi:

*a*) Cementi e agglomeranti a lenta presa.

La malta normale della quantità corrispondente a 200 gr. di miscela secca viene collocata, senza costipamento, nella forma normale, della sezione minima di cmq. 5, corrispondente al tipo di provino della fig. 1, allegato *B* alle presenti norme, da due pezzi e rinchiusa in un'altra di maggior volume; è quindi compressa mediante 120 colpi di maglietto del peso di 2 kg. cadente dall'altezza di m. 0,25 con un lavoro di compressione di kgm. 0,30 per grammo di miscela secca. Il cuscinetto metallico su cui batte il maglietto deve avere le faccie superiori e inferiori piane, l'altezza di cm. 5 circa ed il peso di 1 kg.

Ultimata la battitura si toglie con precauzione l'eccesso della malta lisciando la superficie dello stampo con la spatola. I provini devono rimanere negli stampi per 24 ore ed essere conservati in ambiente a temperatura compresa fra i 15° e 20° e avente umidità di circa l'80 %.

Trascorso tale periodo di tempo i provini sono sformati e messi in acqua potabile.

L'acqua, che deve avere un volume di circa 3 volte quello dei provini immersi ed una temperatura fra 15° e 20° C., viene rinnovata ogni 7 giorni.

I provini debbono essere tolti dall'acqua all'atto delle prove di rottura ed asciugati.

L'apparecchio per la rottura dei provini deve essere regolato in modo che lo sforzo di trazione sia continuo e cresca in ragione di 1 kg/cmq. al minuto secondo.

La forma delle branche di attacco deve essere quella della fig. 2, allegato *B* alle presenti norme.

Ciascun esperimento esige la rottura di 6 provini; si assume come resistenza definitiva la media dei 4 migliori.

*b*) Agglomeranti cementizi a rapida presa.

La pasta normale, confezionata come è detto all'art. 11, viene calcolata nella forma già citata, in quantità sufficiente

per riempirla in una sola volta, assestandovela con la spatola per non lasciare dei vani. Si battono quindi piccoli colpi sopra e lateralmente alla forma affinchè l'impasto si assesti e ne vengano scacciate le bolle d'aria. Dopo ciò con la spatola si toglie la materia eccedente la forma senza esercitare sforzo di compressione e se ne liscia convenientemente la superficie.

I provini così formati vengono conservati per 30 minuti nelle forme, in una atmosfera umida al riparo dalle correnti d'aria e dai raggi del sole e ad una temperatura compresa tra i 15° e 20° C.

Trascorso questo periodo di tempo i provini vengono sformati e immersi in acqua potabile. Per le successive operazioni si debbono osservare le stesse modalità stabilite per i leganti a lenta presa.

### Art. 16.

Le prove a pressione si eseguiscono coi metodi appresso indicati:

*a*) Cementi ed agglomeranti cementizi a lenta presa.

La malta normale, nella quantità corrispondente a 800 gr. di miscela secca, viene collocata assestandola con la spatola in una forma cubica, della sezione di 50 cmq., costituita da 4 pezzi e racchiusa in altra forma di maggior volume.

Si esegue quindi la compressione dell'impasto mediante 160 colpi di maglietto cadente dall'altezza di m. 0,50 del peso di 3 kg. con un lavoro di compressione di 0,3 kgm per gr. di miscela secca. Il cuscinetto metallico su cui batte il maglietto deve avere le faccie superiore ed inferiore piane, l'altezza di 10 cm. circa e il peso di 2,5 kg.

Per le altre modalità si devono osservare le stesse norme stabilite per le prove a trazione.

L'apparecchio per la rottura dei provini deve essere regolato in modo che lo sforzo di pressione sia continuo e cresca in ragione di 20 kg. per minuto secondo e per cmq.

Lo sforzo di pressione deve esercitarsi perpendicolarmente a due delle faccie opposte che sono state a contatto con le pareti laterali della forma.

*b*) Agglomeranti cementizi a rapida presa.

La pasta normale, confezionata come è detto all'art. 11, viene collocata nella forma cubica in quantità sufficiente per riempirla in una sola volta, assestandola con la spatola per non lasciare vani.

Le modalità già descritte per la preparazione dei provini da sperimentare a trazione valgono anche per i provini da sperimentare a pressione. Per le successive operazioni si devono osservare le stesse modalità stabilite per i leganti a lenta presa.

## SEZIONE II. — *Prove chimiche.*

### Art. 17.

Nei casi in cui le prove fisiche non diano sufficienti garanzie si può ricorrere a prove chimiche distinte secondo che si tratti di cemento idraulico normale o cemento pozzolanico o cemento d'alto forno o cemento alluminoso o agglomerante cementizio.

### Art. 18.

Le prove chimiche per il cemento idraulico normale si eseguiscono come segue:

*a*) Determinazione della $SiO_2$.

1 gr. di cemento posto in capsula di porcellana della capacità di circa 300 cc. viene trattato con 25 cc. di acqua ed agitato con bacchetta di vetro in modo da impedire la presa; si aggiungono poi 25 cc. di HCl diluito (1:1), si rimescola e si evapora a bagnomaria sino a secchezza agitando di tanto in tanto con bacchetta di vetro il residuo insolubile.

Si ripete il trattamento precedente con acido cloridrico e la successiva evaporazione a bagnomaria e si pone poi la capsula in una stufa regolata a 120° lasciandovela per due ore. Si umetta quindi il residuo con acido cloridrico concentrato e si lascia digerire a freddo per 15'. Si riprende infine con 100 cc. di acqua, si scalda e si filtra. Il residuo, ben lavato con acqua bollente, si calcina e si pesa.

Tale residuo moltiplicato per 100 dà la $SiO_2$.

*b*) Determinazione di $R_2O_3$ (sesquiossidi di alluminio e ferro).

Il filtrato proveniente dalla separazione come è descritto alla precedente lettera, addizionato di circa 2 gr. di cloruro ammonico, si porta all'ebollizione in capsula di porcellana, vi si aggiunge qualche goccia di acido nitrico concentrato e si precipita quindi con lieve eccesso di ammoniaca (d=0,96), facendo bollire per 1'. Si filtra, poi si lava con acqua bollente, si secca il filtro col precipitato, si calcina e si pesa.

Il peso moltiplicato per 100 dà la $R_2O_3$.

*c*) Determinazione del CaO.

Il filtrato proveniente dalla determinazione indicata alla precedente lettera *b*) si porta a volume in un pallone da 300 cc. e su una porzione di 150 cc. si determina la calce (CaO) nel modo seguente:

Tale porzione viene acidificata con acido cloridrico sino a reazione acida (indicatore metilarancio), si scalda all'ebollizione e si addiziona a poco a poco di acido ossalico solido (circa il triplo del peso della calce, più la magnesia supposte presenti). Si aggiunge quindi, agitando, ammoniaca (d=0,96) in eccesso rallentando l'aggiunta quando il liquido incomincia a intorbidirsi. Si lascia poi depositare per 5 ore il precipitato formatosi e quindi si filtra. Dopo il lavaggio con soluzione calda di ossalato ammonico all'1 %, il precipitato con tutto il filtro si pone in crogiolo e, tenendo questo inclinato, si essicca e si incenerisce con piccola fiamma; poi si calcina con le solite norme e si pesa. Si ripete la calcinazione fino a peso costante. La CaO si ottiene moltiplicando per 200 il risultato dell'ultima pesata.

*d*) Determinazione del MgO.

Il filtrato proveniente dalla determinazione precedente si addiziona di acido cloridrico dil. 1:1 fino a reazione acida, si tratta con un eccesso di fosfato sodico o ammonico ed alcune goccie di fenoftaleina; si scalda poi all'ebollizione ed ancor caldo si addiziona, dapprima a goccia a goccia ed agitando continuamente, di ammoniaca (d=0,96) finchè si ottiene una colorazione rossa persistente, e poi ancora di una quantità della stessa ammoniaca corrispondente a 1/3 del volume della soluzione.

Si lascia raffreddare e dopo 12 ore almeno si filtra, si lava con ammoniaca diluita (d=0,98) e si procede con le solite norme alla determinazione della magnesia dopo avere raccolto il precipitato su filtro di carta o in crogiolo di Gooch-Neubauer.

$$Mg_2\ P_2\ O_7 \times 72{,}42 = MgO\ \%$$

*e*) Determinazione della $SO_3$.

1 gr. di cemento si tratta con 25 cc. di acqua e poi con 25 cc. di acido cloridrico dil. (1:1) e si prosegue per la insolubilizzazione della silice col metodo descritto al presente articolo.

Il filtrato della silice si porta all'ebollizione e vi si addizionano 20 cc. di soluzione bollente di cloruro di bario al

5 %. Si lascia depositare per 5 ore a bagnomaria il precipitato formatosi e poi si filtra lavando prima varie volte per decantazione con acqua calda addizionata di un po' di acido cloridrico ed infine sul filtro sempre con acqua come sopra. Il precipitato viene in seguito seccato e calcinato in crogiolo con le solite norme.

$$BaSO_4 \times 34,3 = SO_3 \%$$

*f*) Determinazione della perdita al fuoco.

2 gr. di cemento, posti in crogiolo o navicella, si scaldano prima per 2' o 3' su piccola fiamma e poi per 10' a 1000°. Dopo raffreddamento in essicatore, si pesa; la perdita di peso moltiplicata per 50 dà la percentuale cercata.

*g*) Determinazione del residuo insolubile.

A 2 gr. di cemento posti in un bicchiere da 400 cc., forma alta si aggiungono 100 cc. di acqua e quindi, agitando bene, 50 cc. di acido cloridrico dil. (1:1); si riscalda poi rapidamente fin presso all'ebollizione e successivamente su bagnomaria per 2' e subito dopo si filtra e si lava con acqua calda fino a reazione neutra. Si lascia digerire il filtro col suo contenuto in 60 cc. di una soluzione di $Na_2CO_3$ al 5 % per 15' e si riscalda poi fin presso all'ebollizione per 15' ancora.

Si filtra ora, si lava con acqua calda, indi con un poco di acido cloridrico dil. (1:9) caldo e finalmente con acqua calda fino a reazione neutra. Con le solite norme il residuo viene seccato, calcinato e pesato.

Art. 19.

Le prove chimiche per il cemento pozzolanico si eseguono come segue:

*a*) Determinazione della $SiO_2$.

1 gr. di cemento si disgrega in crogiolo di platino per riscaldamento con 6 gr. di carbonato sodico-potassico fino a fusione tranquilla. Dopo raffreddamento, il prodotto fuso si tratta con acqua e quindi con eccesso di acido cloridrico e si evapora a bagnomaria fino a secchezza agitando di tanto in tanto con bacchetta di vetro. Si continua poi come all'art. 18 lett. *a*).

*b*) Determinazione dell'$Al_2O_3$.

Nel filtrato proveniente dalla precedente determinazione della $SiO_2$ si preparano il ferro e l'alluminio allo stato di idrati come all'art. 18 lett. *b*). Questi idrati, ben lavati, vengono disciolti su filtro in q. b. di acido cloridrico dil. (1:1) caldo (eventualmente con aggiunta di un poco di acqua ossigenata) lavando quindi con acqua calda; la soluzione così ottenuta si neutralizza con ammoniaca (indicatore metilarancio), poi si rende lievissimamente acida con acido cloridrico diluito, si porta a volume con acqua a 300 cc. e si addiziona dei seguenti reattivi l'uno dopo l'altro e nell'ordine in cui vengono indicati:

1) 5 cc. di HCl diluito (1:1);
2) 20 cc. di soluzione di fosfato ammonico al 10 %;
3) 50 cc. di soluzione di tiosolfato ammonico al 20 %;
4) 15 cc. di acido acetico dil. (1:3).

Si fa bollire ora la soluzione per 30' supplendo a mano a mano l'acqua che evapora, si filtra subito dopo e si lava a fondo con acqua calda.

Si secca il precipitato col filtro, si pone il tutto in crogiolo di porcellana, si fa bruciare il filtro con lampada Bunsen ed infine si calcina con lampada Teclu fino a peso costante.

$$AlPO_4 \times 41,78 = Al_2O_3 \%$$

E' da tener nota che unitamente al fosfato d'alluminio precipitano anche le piccole quantità di titanio eventualmente presenti.

*c*) Determinazione del CaO.

Nel filtrato proveniente dalla separazione del ferro e dell'alluminio allo stato di idrati come alla lett. *b*), si determina CaO come all'art. 18 lett. *c*).

*d*) Determinazione di MgO.

Si opera come all'art. 18 lett. *d*).

*e*) Determinazione del $CaCO_3$.

L'apparecchio usato sarà del tipo a spostamento dell'anidride carbonica (apparecchio di Schödter, di Mohr-Geissler, ecc.).

Nel tubo munito inferiormente di rubinetto si introduce acido cloridrico (d=1,12) e nell'altro a fianco acido solforico concentrato e si pesa l'apparecchio. Dall'apertura laterale inferiore si introducono da 2 a 5 gr. di cemento secondo la quantità di $CaCO_3$ che si presume presente e si ripesa l'apparecchio col cemento; la differenza fra le due pesate dà la quantità di cemento sulla quale si opera (p).

Si fa avvenire la decomposizione del carbonato del cemento facendovi gocciolare l'acido cloridrico dall'apposito rubinetto; terminata la decomposizione, si riscalda molto leggermente l'apparecchio, si lascia poi raffreddare, si fa passare nell'interno di esso una lieve corrente di aria ambiente ed infine si pesa. La diminuzione di peso che risulta rispetto all'ultima pesata fatta, dà l'anidride carbonica $CO_2$ eliminata dal quantitativo di cemento p.

Indicando con $x$ la perdita di peso dell'apparecchio, la percentuale di carbonato di calcio $CaCO_3$ è:

$$\frac{105\,x}{p} \cdot 2,2743$$

Quando si dubiti che il cemento contenga solfuri, si introduce nel palloncino, fin da principio, un poco di soluzion di cloruro mercurico.

*f*) Determinazione della $SO_3$.

Si opera come all'art. 18 lett. *e*).

*g*) Determinazione del residuo insolubile.

Si prendono 5 gr. di cemento e si polverizzano in mortaio d'agata fino a che tutti i 5 gr. passano al vaglio di 4900 maglie per cm². Si prende un gr. di materiale così polverizzato, si spappola con 25 cc. di acqua, agitando con bacchetta di vetro, poi si attacca con 40 cc. di acido cloridrico (d=1,10) in capsula e si evapora sino a secchezza su bagnomaria.

L'operazione viene ripetuta con 20 cc. di acido cloridrico (d=1,12) per altre due volte; il residuo dell'ultima evaporazione viene ripreso con 100 cc. di acido cloridrico dil. (1:3), si scalda un poco, si filtra e si lava fino ad eliminazione della reazione acida. Il residuo viene portato in una beuta, munita di refrigerante a ricadere, con 100 cc. di soluzione di KOH al 25 %, si lascia digerire per 16 ore a temperatura ambiente e poi si mantiene per 4 ore il liquido alcalino in costante ebollizione. Infine si filtra, si lava fino ad eliminazione della reazione alcalina, si secca il residuo e si calcina sino a peso costante.

Art. 20.

Le prove chimiche per il cemento d'altoforno si eseguiscono come segue:

*a*) Determinazione del MnO.

1 gr. di cemento viene riscaldato in matraccio di 300 cc. con 10 cc. di acqua e 40 cc. di acido nitrico dil. (d=1,18). Non è necessario separare l'insolubile. La soluzione raffreddata o una parte aliquota di essa opportunamente diluita

si tratta con 40 cc. di soluzione di nitrato d'argento 0,01/n. e con 1 gr. di persolfato ammonico solido fresco. Per completare l'ossidazione del manganese si lascia stare la soluzione circa 10' a 60° avendo cura di non sorpassare questa temperatura, allo scopo di impedire la scomposizione dello acido permanganico. La soluzione viene raffreddata a temperatura ambiente, poi per aggiunta di 50 cc. di soluzione di cloruro di sodio 0,01/n. si precipita l'argento in soluzione e il liquido torbido si tratta con soluzione titolata di arsenito sodico sino a scomparsa del colore dell'acido permanganico.

*b*) Determinazione del MgO.

In 1 gr. di cemento si insolubilizza la silice e si prepara con la tecnica descritta nell'art. 18 lett. *a*). Il filtrato si evapora fino a circa 100 cc., si tratta con ammoniaca sino a reazione acida, si porta all'ebollizione e si addiziona di 1 gr. di nitrato ammonico solido e di acqua di bromo sino a colorazione bruna. Si aggiunge quindi goccia a goccia ammoniaca (d=0,96), fino a reazione alcalina e si continua a far bollire finchè il liquido accusa solo un leggero odore ammoniacale. Si filtra rapidamente il precipitato e lo si lava con acqua leggermente ammoniacale contenente un poco di nitrato ammonico. Dopo sei lavaggi si discioglie il precipitato in acido cloridrico 1:5, si porta il liquido a 100 cc. e si ripete il trattamento precedente con acqua di bromo ed ammoniaca. Si filtra, si lava con acqua fino a scomparsa della reazione acida e si riuniscono i due filtrati con le relative acque di lavaggio in un unico recipiente, riducendo il volume per evaporazione. Si procede alla separazione della calce come è detto all'art. 18 lett. *c*); si eliminano per evaporazione e susseguente calcinazione i sali ammonicali, si riprende il residuo con un poco di acido cloridrico diluito, si filtra, si diluisce opportunamente, si aggiunge qualche grammo di cloruro ammonico e si determina la magnesia come all'art. 18 lett. *d*).

*c*) Determinazione della $SO_3$.

Si opera come all'art. 18 lett. *e*).

*d*) Determinazione dello zolfo da solfuri.

Da 1 a 5 gr. di cemento (secondo il contenuto di solfuri) unitamente a gr. 0,5 di cloruro stannoso solido ed a 50 cc. di acqua si pongono nel pallone a decomposizione di un apparecchio per determinazione di zolfo nei prodotti siderurgici. Si agita, si chiude il pallone e si effettua la decomposizione con 50 cc. di acido cloridrico dil. (1:1).

Si opera con le comuni precauzioni in corrente di $CO_2$ facendo assorbire l'$H_2S$ da una soluzione di acetato di cadmio o di zinco e titolando infine iodometricamente il solfuro metallico formatosi.

*e*) Determinazione della perdita al fuoco.

Si opera come all'art. 18 lett. *f*) ma in corrente di azoto.

*f*) Determinazione del residuo insolubile.

Si opera come all'art. 18 lett. *g*).

### Art. 21.

Le prove chimiche per il cemento alluminoso si eseguono come segue:

*a*) Determinazione dell'$Al_2O_3$.

Si opera come all'art. 19 lett. *b*) dopo aver separato $SiO_2$ come all'art. 18 lett. *a*).

*b*) Determinazione del MgO.

Si opera come all'art. 18 lett. *d*).

*c*) Determinazione della $SO_3$.

Si opera come all'art. 18 lett. *e*).

### Art. 22.

Le prove chimiche per gli agglomeranti cementizi si eseguono come segue:

*a*) Determinazione del MgO.

Si opera come all'art. 18 lett. *d*) (in assenza di Mn) o come all'art. 20 lett. *b*) (in presenza di Mn).

*b*) Determinazione della $SO_3$.

Si opera come all'art. 18 lett. *e*).

### Art. 23.

Le prove di cui al presente capo III debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali indicati nell'allegato *A* alle presenti norme.

## CAPO IV.

### CONDIZIONI E MODALITÀ DI FORNITURA.

### Art. 24.

I leganti idraulici debbono essere forniti con imballaggio originale in sacchi del peso di kg. 50, chiusi con legaccio munito, di regola, di sigillo metallico.

Il sigillo metallico deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento e la specie del legante.

Per i cementi deve essere fissato al sacco a mezzo di sigillo un cartellino resistente dove siano stampate in modo chiaro e indelebile:

*a*) la qualità del legante;

*b*) l'indicazione dello stabilimento produttore;

*c*) la quantità d'acqua per la malta normale;

*d*) la resistenza minima a trazione e pressione della malta normale 1:3 garantita dal produttore anche agli effetti del successivo art. 24, dopo maturazione di 28 giorni dei provini.

Per gli agglomeranti cementizi deve essere fissato ugualmente al sacco a mezzo di sigillo un cartellino resistente, dove sia stampato in modo chiaro e indelebile quanto richiesto per i cementi alle precedenti lettere *a*), *b*), *c*), oltre i valori delle resistenze a trazione e pressione della malta normale 1:3 dopo maturazione di 28 giorni dei provini di cui all'art. 4.

Se i leganti sono forniti di imballaggi speciali di carta a chiusura automatica a valvola che non possano essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sui sacchi.

Le suddette prescrizioni valgono anche per gli agglomeranti importati dall'estero e debbono essere accertati dagli uffici di Dogana.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione.

Se l'imballaggio fosse comunque manomesso od il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

### Art. 25.

Per l'accertamento dei requisiti le prove devono essere eseguite su 50 kg di cemento prelevato da 10 sacchi per ogni partita di 1000 sacchi o frazione, ed in via eccezionale nei cantieri a grande consumo giornaliero per ogni partita di 2000 sacchi, quando il direttore dei lavori si sia reso conto della costanza del cemento usato.

Si intende che l'accertamento definitivo dei requisiti delle partite deve dipendere dai risultati ottenuti dopo 28 giorni di stagionatura.

Art. 26.

L'acquirente può rifiutare la merce al fornitore quando, in seguito a prove di controllo da esso fatte eseguire in uno dei lavoratori ufficiali di cui all'annessa tabella su campioni prelevati in contraddittorio, abbia ottenuto risultati che non corrispondano alle condizioni stabilite al capo II delle presenti norme.

Il rifiuto non può essere effettuato quando siano trascorsi tre mesi dalla spedizione del legante.

ALLEGATO A

**Elenco dei laboratori ufficiali**

*Laboratori sperimentali annessi alle cattedre di Scienza delle costruzioni:*

del R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Torino;
del R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Milano;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Padova;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Genova;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Bologna;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Pisa;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Roma;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Napoli;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Palermo;
laboratorio del R. Istituto sperimentale delle comunicazioni (Sezione ferroviaria).

ALLEGATO *B*.

Fig. 1.

Fig. 2.

Visto, d'ordine di Sua Maestà il Re d'Italia e di Albania
Imperatore d'Etiopia

*Il DUCE del Fascismo, Capo del Governo*
MUSSOLINI

---

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. 2229.
**Norme per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato.**

VITTORIO EMANUELE III
PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE
RE D'ITALIA E DI ALBANIA
IMPERATORE D'ETIOPIA

Veduto l'art. 18 del R. decreto-legge 25 giugno 1937-XV, n. 1114;
Veduto il R. decreto-legge 5 settembre 1938-XVI, n. 1778;
Udito il Consiglio dei Ministri;
Sulla proposta del DUCE del Fascismo, Capo del Governo, di concerto con i Ministri per i lavori pubblici e per le corporazioni;
Abbiamo decretato e decretiamo:

Sono approvate e rese obbligatorie le annesse norme, compilate dal Consiglio nazionale delle ricerche, per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato, le quali saranno firmate, d'ordine Nostro, dal DUCE del Fascismo, Capo del Governo, proponente.

Sono abrogate tutte le disposizioni contrarie o comunque incompatibili con quelle del presente decreto, il quale entrerà in vigore nel 60° giorno dopo la sua pubblicazione.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 16 novembre 1939-XVIII

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI — SERENA — RICCI

Visto, *il Guardasigilli:* GRANDI
*Registrato alla Corte dei conti addì 29 febbraio* 1940-XVIII
*Atti del Governo, registro* 418, *foglio* 111. — MANCINI.

**Norme per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato**

## CAPO I.

PRESCRIZIONI GENERALI.

### Art. 1.

Ogni opera di conglomerato cementizio semplice od armato, la cui stabilità possa comunque interessare l'incolumità delle persone, deve essere costruita in base ad un progetto esecutivo firmato da un ingegnere, ovvero da un architetto iscritto nell'albo, nei limiti delle rispettive attribuzioni, ai sensi della legge 24 giugno 1923, n. 1395, e del R. decreto 23 ottobre 1925, n. 2537, sull'esercizio delle professioni di ingegnere e di architetto e delle successive modificazioni.

Dal progetto deve risultare tutto quanto occorre per definire l'opera, sia nei riguardi della esecuzione, sia nei riguardi della precisa conoscenza delle condizioni di sollecitazione.

Per queste opere è prescritto l'impiego esclusivo di cemento, rispondente ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio dei lavori.

### Art. 2.

La qualità e le proprietà dei materiali impiegati nella esecuzione di ogni opera devono essere comprovate prima e durante il corso dei lavori, da certificati rilasciati da uno dei laboratori ufficiali, indicati nell'allegato *A* alle presenti norme.

### Art. 3.

L'esecuzione delle opere deve essere diretta possibilmente dall'ingegnere progettista ed in ogni caso da un ingegnere od architetto inscritto nell'albo e deve essere affidata soltanto a costruttori inscritti nell'elenco delle ditte specializzate, che sarà tenuto presso il ministero dei lavori pubblici e presso il Sindacato nazionale fascista dei costruttori.

### Art. 4.

Ai costruttori, prima di iniziare la costruzione delle opere, di cui all'art. 1, è fatto obbligo di presentarne alla prefettura della provincia denunzia, corredata di una copia del progetto di massima.

Nei cantieri, dal giorno dell'inizio a quello di ultimazione dei lavori, deve essere conversata una copia dei particolari esecutivi di tutte le parti delle opere in costruzione, datati e firmati dal progettista, dal direttore dei lavori e dal costruttore. Il direttore dei lavori deve riportare nei disegni, con in chiostro di colore diverso, tutte le modifiche introdotte nelle opere all'atto esecutivo, datandole e firmandole.

I disegni di cui sopra debbono dal costruttore essere tenuti a disposizione dei tecnici incaricati dalla prefettura di eseguire eventuali visite di controllo.

Le visite predette possono essere affidate dalla prefettura a funzionari di uffici tecnici municipali o provinciali o a liberi professionisti di riconosciuta competenza.

In ogni caso tali visite di controllo non esonerano il progettista, il direttore dei lavori ed il costruttore dalle responsabilità a ciascuno di essi spettanti.

Qualora dalle ispezioni risultassero gravi manchevolezze nella esecuzione delle opere la prefettura potrà ordinare la sospensione dei lavori e far eseguire un'inchiesta da apposita commissione, per i provvedimenti del caso.

Agli ingegneri incaricati delle visite di controllo sono corrisposte, a carico dei costruttori, le competenze sancite dalla tariffa professionale del Sindacato nazionale fascista ingegneri.

Al termine dei lavori il committente, per ottenere la licenza di uso della costruzione, deve presentare alla prefettura il certificato di collaudo delle opere, rilasciato da un ingegnere di riconosciuta competenza, inscritto all'albo.

Per le opere eseguite per conto dello Stato e sotto la sorveglianza degli organi tecnici statali, non è necessaria la denunzia alla prefettura, nè l'iscrizione all'albo del progettista, del direttore dei lavori e del collaudatore, se appartengono agli organi tecnici stessi.

## CAPO II

QUALITÀ DEI MATERIALI.

### Art. 5.

Il cemento deve essere esclusivamente a lenta presa e rispondere ai requisiti di accettazione prescritti nelle norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio della costruzione.

Per lavori speciali il cemento può essere assoggettato a prove supplementari.

Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati. L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dal direttore dei lavori sotto la sua responsabilità.

### Art. 6.

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa.

Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; dev'essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

Di regola si deve adoperare sabbia, la cui composizione granulometrica corrisponda ad una curva compresa fra le curve limiti della figura 1, allegato *B* alle presenti norme.

### Art. 7.

La ghiaia deve essere bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili o terrose, o comunque dannose.

La ghiaia deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario per eliminare le materie nocive.

Le dimensioni degli elementi della ghiaia per strutture di conglomerato armato non devono di regola superare cm. 3; per strutture a grande sezione, con ferri convenientemente distanziati, può essere tollerata la presenza di elementi di dimensioni maggiori, ma non superiori a cm. 7.

Di regola si deve adoperare ghiaia, che mescolata alla sabbia presenti composizione granulometrica corrispondente ad una curva compresa fra le curve limiti della figura 2 allegato *B* alle presenti norme.

### Art. 8.

Qualora invece della ghiaia si adoperi pietrisco questo deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa nè geliva, non deve contenere impurità nè materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Se il cemento adoperato è alluminoso, è consentito anche l'uso di roccia gessosa, quando l'approvvigionamento d'altro

tipo risulti particolarmente difficile e si tratti di roccia compatta, non geliva e di resistenza accertata.

Il pietrisco dev'essere lavato con acqua dolce qualora ciò sia neecessario per eliminare materie nocive.

Art. 9.

La dosatura di cemento per getti armati dev'essere non inferiore a 300 kg. per mc. di miscuglio secco di materia inerte (sabbia e ghiaia o pietrisco); per il cemento alluminoso la dosatura minima può essere di 250 kg. per mc.

In ogni caso occorre proporzionare il miscuglio di cemento e materie inerti in modo da ottenere la massima compattezza.

Il preventivo controllo si deve di regola eseguire con analisi granulometrica o con misura diretta dei vuoti mediante acqua o con prove preliminari su travetti o su cubi.

Art. 10.

L'acqua per gli impasti deve essere limpida e dolce e non deve contenere cloruri e solfati in percentuale dannosa.

Art. 11.

La quantità d'acqua d'impasto è determinata in base alla plasticità occorrente per la buona lavorazione dei getti. E' necessario che la dosatura di cemento venga aumentata col crescere della fluidità dell'impasto. La determinazione preliminare della dosatura può eseguirsi mantenendo costante il rapporto acqua-cemento e può essere confermata mediante prove su travetti e su cubi.

Per i conglomerati confezionati con cemento alluminoso, devesi con maggior cura proteggere il getto da ogni intempestiva evaporazione dell'acqua d'impasto durante la presa e l'inizio dell'indurimento.

Art. 12.

Il direttore dei lavori, in contraddittorio col costruttore, deve prelevare in cantiere, dagli impasti impiegati nell'esecuzione delle opere, con la frequenza richiesta dalla natura e dall'importanza delle opere medesime, campioni di conglomerato, per sottoporli presso un laboratorio ufficiale a prove di resistenza secondo le modalità indicate negli articoli seguenti.

La frequenza dei prelevamenti dev'essere in ogni caso tale da ottenere non meno di una serie di quattro cubi per ogni 500 mc. di getto di conglomerato.

Il direttore dei lavori deve altresì prelevare per ogni partita di tondini di uguale diametro ed in ogni caso per ogni mille tondini due campioni di m. 1 di lunghezza per ricavarne le provette da sperimentarsi a trazione ed a piegamento.

Art. 13.

La resistenza cubica del conglomerato a pressione si determina sulla serie di 4 cubi di 16 cm. di spigolo.

Quando il conglomerato sia confezionato con ghiaia o pietrisco con elementi di dimensioni superiori a 3 cm., i cubi devono avere lo spigolo di cm. 20.

I detti cubi sono confezionati nel cantiere entro forme metalliche facilmente smontabili, prelevando il conglomerato necessario dallo stesso impasto, all'atto del getto nelle casseforme.

Il conglomerato viene messo nelle forme in tre strati, pressochè di uguale spessore, e costipato a mano con l'aiuto di un tondino di ferro di cm. 1 di diametro lungo cm. 30, finchè l'acqua affiori alla superficie.

Di regola dopo 48 ore (dopo 24 ore per i conglomerati di cemento alluminoso) i cubi vengono sformati con le cautele necessarie per evitare qualsiasi danno e lasciati stagionare sotto la sabbia umida al riparo dalle correnti d'aria e dai raggi del sole, a temperatura non inferiore a 10° centigradi.

Trascorsi almeno sette giorni (subito dopo la sformatura per i conglomerati di cemento alluminoso) i cubi accuratamente imballati con segatura di legno od altro e contrassegnati in modo indelebile, devono essere spediti ad un Laboratorio ufficiale, dove sono conservati in ambiente umido a temperatura non inferiore a 10 centigradi.

La prova a pressione ha luogo di norma dopo 28 o 60 giorni (salvo le eccezioni per i conglomerati di cemento alluminoso di cui all'ultimo comma dell'art. 16) contati dal momento della preparazione dell'impasto. La compressione deve esercitarsi perpendicolarmente a due faccie opposte, che siano state a contatto delle pareti laterali della forma.

La prova deve essere condotta in modo che lo sforzo di pressione sulla intera sezione cresca con continuità in ragione di 10 kg/cmq. al secondo.

Si assume come resistenza cubica a pressione del conglomerato la media dei 3 risultati maggiori.

Art. 14.

Il direttore dei lavori, qualora lo ritenga necessario, può inoltre fare eseguire serie di tre travetti formati dal conglomerato degli impasti messi in opera e del tipo descritto nell'articolo seguente, da esperimentarsi in cantiere con l'eventuale controllo di un laboratorio ufficiale.

Art. 15.

I travetti di prova, indicati nella figura n. 3 allegato *B* alle presenti norme, debbono avere la sezione di mm. 70 × 86 e la lunghezza di m. 2,20 ed essere armati mediante due tondini di mm. 12 di diametro posti con l'asse a mm. 6 dalla superficie inferiore del travetto ed a mm. 20 dalle superfici laterali.

I tondini vanno tenuti in posto durante il getto a mezzo di sagome di legno o staffe. Eseguito il getto nelle forme si allontanano le sagome (o staffe) e si riempiono i vuoti.

Le casseforme di legno devono essere accuratamente pulite prima del getto.

Per l'impasto ed il getto del conglomerato e per la conservazione dei travetti devono seguirsi le norme indicate per i cubi regolamentari.

Art. 16.

Il conglomerato prelevato in cantiere dagli impasti impiegati nella esecuzione delle opere deve presentare, a 28 giorni di stagionatura, una resistenza cubica a pressione, $\sigma_{r,28}$ almeno tripla del carico di sicurezza $\sigma_c$ adottato nei calcoli; tale resistenza non deve però risultare mai inferiore a 120 kg/cm² per conglomerati di cemento normale, ed a 160 kg/cm² per conglomerati di cemento ad alta resistenza od alluminoso.

Non raggiungendosi a 28 giorni di stagionatura la resistenza richiesta, la prova dev'essere ripetuta a 60 giorni su altri provini cubici prelevati contemporaneamente ai primi

Per i conglomerati di cemento alluminoso la prova può anche essere eseguita a stagionature inferiori a 28 giorni fermo restando però il rapporto minimo suddetto fra la resistenza cubica ed il carico di sicurezza.

Qualora nella seconda prova la resistenza prescritta non sia raggiunta, il direttore dei lavori provvede, secondo i casi, alla sospensione dei lavori ed eventualmente al rafforzamento delle opere o alla loro demolizione.

### Art. 17.

L'armatura del conglomerato è normalmente costituita con accaio dolce (cosidetto ferro omogeneo) oppure con acciaio semiduro o acciaio duro, in barre tonde prive di difetti, di screpolature, di bruciature o di altre soluzioni di continuità.

La resistenza a trazione dell'armatura suddetta viene determinata, quando sia possibile, sui tondini stessi senza alcuna preparazione, o altrimenti su provette cilindriche preparate a freddo e in tutto conformi ai tipi normali stabiliti dalle norme vigenti all'inizio della costruzione, per le prove dei materiali ferrosi.

In entrambi i casi, la lunghezza utile per la misura dell'allungamento percentuale di rottura deve essere 10 volte il diametro del provino.

Devono ottenersi i seguenti risultati:

*a*) per l'acciaio dolce (ferro omogeneo): Carico di rottura per trazione compreso fra 42 a 50 kg/mm², limite di snervamento non inferiore a 23 kg/mm², allungamento di rottura non inferiore a 20 %.

Per le legature o staffe di pilastri può impiegarsi acciaio dolce con carico di rottura compreso fra 37 e 45 kg/mm², senza fissarne il limite inferiore di snervamento;

*b*) per l'acciaio semiduro: Carico di rottura per trazione compreso fra 50 e 60 kg/mm²; limite di snervamento non inferiore a 27 kg/mm², allungamento di rottura non inferiore al 16 %;

*c*) per l'acciaio duro: Carico di rottura per trazione compreso fra 60 e 70 kg/mm², limite di snervamento non inferiore a 31 kg/mm², allungamento di rottura non inferiore al 14 %.

Un tondino di acciaio dolce riscaldato al calore rosso chiaro ed immerso nell'acqua a temperatura di 10° a 20° C., deve potersi piegare su sè stesso in modo da formare un cappio, il cui occhio abbia un diametro uguale al diametro del tondino, senza che si producano fenditure.

Un tondino di acciaio deve potersi piegare a freddo ad U, senza che si producano fenditure, attorno ad un cilindro, il cui diametro sia uguale al suo diametro per l'acciaio dolce, al quintuplo del suo diametro per l'acciaio semiduro e duro.

Qualora una prova fallisca, si devono ripetere entrambe le prove su due campioni prelevati dallo stesso gruppo di 1000 pezzi, e, fallendo una qualunque di queste, il gruppo viene rifiutato.

## CAPO III.

### NORME DI PROGETTAZIONE.

### Art. 18.

Il carico di sicurezza del conglomerato, nella sollecitazione di pressione semplice, deve assumersi come segue:

| *Conglomerato* | $\sigma_o$ (kg/cm²) | $\sigma_{r,28}$ minimo (kg/cm²) |
|---|---|---|
| Conglomerato di cemento idraulico normale (Portland) . . . . . . . . . . . | 35 | 120 |
| Conglomerato di cemento ad alta resistenza ed alluminoso . . . . . . . . | 45 | 160 |
| Quando sia eseguita la determinazione preventiva della resistenza cubica a 28 g., e questa venga costantamente controllata durante l'esecuzione del lavoro . . . . . | $\frac{\sigma_{r,28}}{3}$ | |
| ma non superiore a . . . . . . . . . | 60 | 180 |

Il carico di sicurezza nella sollecitazione di flessione e di flessione e pressione deve assumersi come segue:

| *Conglomerato* | $\sigma_o$ (kg/cm²) | $\sigma_{r,28}$ minimo (kg/cm²) |
|---|---|---|
| Conglomerato di cemento idraulico normale (Portland) . . . . . . . . . . | 40 | 120 |
| Conglomerato di cemento normale ad alta resistenza ed alluminoso . . . . . . . | 50 | 160 |
| Quando sia eseguita la determinazione preventiva dalla resistenza cubica a 28 g., e questa venga costantemente controllata durante l'esecuzione del lavoro . . . . . | $\frac{\sigma_{r,28}}{3}$ | |
| ma non superiore a . . . . . . . . . | 75 | 225 |

Per i conglomerati di resistenza cubica $\sigma_{r,28}$ maggiore di kg/cm² 225, quando il calcolo sia eseguito secondo i metodi rigorosi della scienza delle costruzioni e sia tenuto conto di tutte le cause di sollecitazione (forze applicate, variazioni termiche e ritiro del conglomerato), può assumersi un maggior valore del carico di sicurezza determinato dalla formula:

$$\sigma_o = 75 + \frac{\sigma_{r,28} - 225}{9} \text{ kg/cm}^2$$

Il carico di sicurezza per la sollecitazione di taglio non deve superare i 4 kg/cm² per conglomerati di cemento idraulico normale (Portland), d'alto forno o pozzolanico, 6 kg/cm² per conglomerati di cemento ad alta resistenza od alluminoso.

Quando la tensione tangenziale massima calcolata per il conglomerato supera i detti limiti, la resistenza al taglio deve essere integralmente affidata ad armature metalliche.

In ogni caso la tensione massima tangenziale, di cui sopra, non deve superare i 14 kg/cm² per i conglomerati di cemento idraulico normale (Portland), d'alto forno e pozzolanico, 16 kg/cm² per conglomerati di cemento ad alta resistenza ed alluminoso.

Di regola almeno la metà degli sforzi taglianti deve essere assorbita dalle staffe e la rimanente parte dai ferri piegati.

### Art. 19.

Il carico di sicurezza delle armature metalliche sollecitate a trazione non deve superare 1400 kg/cm² per l'acciaio dolce, 2000 kg/cm² per l'acciaio semiduro e per l'acciaio duro.

Ai valori più elevati delle tensioni nell'armatura è necessario che corrispondano più elevati carichi di rottura cubici $\sigma_{r,28}$ del conglomerato. La tensione di kg/cm² 1400 richiede l'impiego di conglomerato con resistenza minima 160 kg/cm²; l'uso dell'acciaio semiduro e duro richiede l'impiego di conglomerato di cemento ad alta resistenza con carico di rottura cubico di 160 kg/cm² fino alla tensione di 1800 kg/cm² nelle sezioni rettangolari e 1600 kg/cm² nelle sezioni a T o speciali; 225 kg/cm² fino alla tensione 2000 kg/cm² nelle sezioni rettangolari e 1800 kg/cm² nelle sezioni a T o speciali di membrature soggette prevalentemente a carichi fissi. Il carico di sicurezza dell'acciaio non dovrà in ogni caso superare la metà del carico di snervamento.

L'uso dell'acciaio semiduro e duro è in ogni caso limitato a tondini di diametro non superiore a mm. 30.

La predisposizione dell'ancoraggio delle armature metalliche deve essere tanto maggiormente curata quanto maggiori sono le tensioni massime adottate.

### Art. 20.

Se il peso proprio del conglomerato armato, cioè compreso il peso dei ferri, non risulti da diretta determinazione, esso si assume, di regola, uguale a 2500 kg/m³.

### Art. 21.

I carichi accidentali devono essere stabiliti in relazione al tipo e all'importanza della costruzione, e all'uso a cui è destinata. Si tiene conto delle eventuali azioni dinamiche aumentando i carichi in relazione alla loro natura ed al tipo della struttura.

### Art. 22.

La caratteristiche di sollecitazione (momenti flettenti e torcenti, forze taglianti e forze normali) sono determinate con i metodi della scienza delle costruzioni in base alle condizioni più sfavorevoli di carico, tenendo conto, quando sia il caso, dei cedimenti dei vincoli, delle variazioni termiche e del ritiro del conglomerato.

Nel valutare gli enti geometrici delle sezioni trasversali delle strutture staticamente indeterminate per il calcolo delle incognite iperstatiche, le aree degli elementi superficiali metallici debbono essere affette da coefficiente: n. $= \frac{E_f}{E_c}$, che, in mancanza di una diretta determinazione sperimentale, si assume di regola costante ed uguale a 10 per i conglomerati di cementi normali; 8 per quelli di cementi ad alta resistenza e 6 per quelli di cemento alluminoso, supponendo di regola che il conglomerato reagisca anche a trazione.

Se la sezione complessiva dell'armatura metallica è inferiore al 2 % di quella del conglomerato si può prescindere dalla presenza dell'armatura.

### Art. 23.

Di regola per portata di una campata di trave continua si assume la distanza fra gli assi dei sostegni; qualora i sostegni presentino superficie di appoggio alquanto estese, ferma restando la portata fra gli assi, il calcolo delle sezioni di estremità può eseguirsi per le caratteristiche corrispondenti alle sezioni della trave sui lembi dei sostegni.

### Art. 24.

Nel calcolo di nervature a sostegno di solette si può ammettere come partecipante all'inflessione della nervatura, una striscia di soletta di larghezza uguale alla larghezza della nervatura più 6 volte l'altezza delle eventuali mensole della soletta, più 10 volte lo spessore della soletta, purchè tale somma non superi l'interasse delle nervature.

Per nervature di estremità la larghezza di detta striscia di soletta può assumersi uguale alla larghezza della nervatura più tre volte l'altezza dell'eventuale mensola, più cinque volte lo spessore della soletta.

### Art. 25.

Lo spessore di una soletta, che non sia di semplice copertura, non deve essere minore di 1/30 della portata ed in ogni caso non deve essere minore di cm. 8.

Nei solai speciali con laterizi lo spessore della soletta di conglomerato non deve essere minore di cm. 4.

In tutti i solai con laterizi la larghezza delle nervaturine non deve essere minore di cm. 7 ed il loro interasse non deve superare cm. 40 nei tipi a nervaturine parallele e cm. 80 in quelli a nervaturine incrociate.

Di regola devono essere previste nervature trasversali di ripartizione nei tipi a nervaturine parallele di campata maggiore di m. 5.

È consentito l'impiego di solai speciali con nervaturine di cemento armato e laterizi, senza soletta di conglomerato, purchè i laterizi, di provata resistenza, presentino rinforzi di conveniente spessore atti a sostituire la soletta di conglomerato e rimangano incastrati fra le dette nervaturine.

### Art. 26.

Le eventuali mensole triangolari di raccordo alle estremità delle solette e delle nervature devono essere profilate inferiormente con inclinazione non maggiore di tre di base per uno di altezza.

### Art. 27.

Per le solette a pianta rettangolare, qualora non si eseguisca una precisa determinazione delle armature, oltre alla armatura principale portante, disposta parallelamente al lato minore, si deve adottare un'armatura secondaria di ripartizione, disposta secondo il lato maggiore, di sezione uguale almeno al 25 % di quella dell'armatura principale.

Quando il rapporto tra i lati del rettangolo è compreso fra 3/5 e 1, la soletta deve essere di regola calcolata come piastra.

Nelle solette dei solai con laterizi l'armatura di ripartizione dev'essere costituita almeno da tre tondini del diametro di 6 mm. per metro lineare.

### Art. 28.

Un carico isolato agente sulla soletta indirettamente, attraverso una massicciata o pavimentazione, dev'essere considerato come ripartito uniformemente su di un rettangolo di lati eguali a quelli della base effettiva di appoggio sulla soprastruttura, aumentati ambedue del doppio dello spessore della massicciata (o pavimentazione).

Qualora non si eseguisca il calcolo della soletta come piastra elastica, per tener conto in modo approssimato dalla compartecipazione delle striscie adiacenti a quella sotto carico, la soletta può calcolarsi, per il carico nel mezzo della campata, come una trave di sezione rettangolare di larghezza eguale a quella della striscia, come sopra determinata, aumentata ancora di 1/3 della portata, ma non maggiore della portata medesima; l'aumento del terzo della portata non dev'essere praticato, quando il carico sia prossimo ad un appoggio.

### Art. 29.

Il calcolo delle tensioni massime del conglomerato e della armatura metallica ed il dimensionamento diretto delle sezioni sono eseguiti con i metodi della scienza delle costruzioni per i solidi omogenei, assumendo per sezione resistente quella costituita dall'area del conglomerato che risulta compressa e dalle aree metalliche affette dal coefficente n $= \frac{E_f}{E_c}$ e prescindendo di regola dalla presenza del conglomerato eventualmente teso.

### Art. 30.

Le membrature sollecitate a pressione assiale centrata od eccentrica di sezione quadrata o poligonale regolare debbono avere un'armatura longitudinale di sezione non inferiore al 0,8 % di quella del conglomerato strettamente necessaria, quando questa sia minore di 2000 cmq.; non inferiore al 0,5 % della sezione di conglomerato strettamente necessaria, quando questa sia maggiore di 8.000 cmq., adottando per i casi intermedi la variazione lineare.

Per sezioni di forma qualunque la norma precedente relativa alla determinazione della percentuale minima di armatura metallica deve applicarsi alla sezione quadrata di lato uguale alla dimensione minima trasversale della sezione.

Le membrature di cui al primo comma debbono essere munite di conveniente staffatura continua o discontinua con passo o distanza non superiore alla metà della dimensione minima della sezione nè a 10 volte il diametro dei ferri dell'armatura longitudinale.

Quando la lunghezza libera di flessione di una membratura supera 15 volte la dimensione minima della sua sezione trasversale, occorre verificare la stabilità al carico di punta.

Art. 31.

Nelle membrature di sezione poligonale regolare o circolare armate con ferri longitudinali racchiusi da una spirale di passo non superiore ad un quinto del diametro del nucleo di conglomerato cerchiato, sollecitate a pressione assiale, si può assumere come sezione resistente quella costituita dalla sezione del nucleo più 15 volte l'area dei ferri longitudinali, più 45 volte la sezione di un'armatura ideale longitudinale di peso uguale a quello della spirale.

Tale valore della sezione resistente non deve in nessun caso superare il doppio della sezione del nucleo.

La sezione dell'armatura longitudinale deve essere uguale almeno alla metà di quella dell'armatura ideale corrispondente alla spirale sopra calcolata.

Art. 32.

La cerchiatura non dev'essere adottata nelle comuni travi inflesse a parete piena.

Art. 33.

Nelle strutture iperstatiche in cui si deve tener conto degli effetti termici, deve adottarsi un coefficiente di dilatazione lineare uguale a 0,00001 od al valore più esatto che risultasse da una diretta determinazione sperimentale.

Nelle costruzioni di grandi dimensioni debbono adottarsi giunti di dilatazione a distanza non maggiore di m. 50.

Si tiene conto, ove del caso, dell'effetto prodotto dal ritiro del conglomerato, assimilandolo, in mancanza di più esatta valutazione sperimentale, ad una diminuzione di temperatura da 20° a 10° in relazione alla percentuale di armatura variabile dall'1 % al 2 %.

Art. 34.

Ove occorra eseguire un calcolo delle deformazioni di membrature di conglomerato armato, gli enti geometrici delle sezioni trasversali debbono essere valutati con lo stesso criterio indicato all'art. 22 per la determinazione delle incognite iperstatiche, determinando sperimentalmente il valore medio del modulo di elasticità del conglomerato. In mancanza della determinazione diretta, il valore medio del modulo deve assumersi praticamente dal confronto con quello di conglomerati di tipo analogo, tenendo conto dell'influenza della stagionatura.

## CAPO IV

### NORME DI ESECUZIONE.

Art. 35.

Nella formazione degli impasti i vari ingredienti devono riuscire intimamente mescolati ed uniformente distribuiti nella massa. Gli impasti devono essere preparati nella sola quantità necessaria per l'impiego immediato, cioè prima dello inizio della presa.

L'acqua d'impasto in ogni caso deve essere misurata tenendo conto dello stato igrometrico dei materiali.

I materiali componenti il conglomerato possono essere mescolati a mano od a macchina; quando l'importanza del lavoro lo permetta, quest'ultimo procedimento è preferibile.

Art. 36.

La preparazione degli impasti, quando non sia effettuata meccanicamente, si deve eseguire su di un'aia pavimentata, il più vicino che sia possibile al luogo d'impiego.

In tale caso si mescolano a secco ripetutamente prima il cemento con la sabbia finchè la miscela assuma colore uniforme, poi questa mescolanza con la ghiaia o col pietrisco, ed in seguito si aggiunge l'acqua con ripetute aspersioni, continuando a rimescolare l'impasto fino ad ottenere la consistenza necessaria.

Art. 37.

Costruiti i casseri per il getto del conglomerato, si dispongono con la massima cura le armature metalliche nella posizione progettata, legandole agli incroci con filo di ferro e tenendole in posto mediante puntelli e sostegni provvisori. I ferri sporchi, uniti e notevolmente arrugginiti, devono essere accuratamente puliti prima della collocazione in opera.

Nei punti d'interruzione i ferri devono essere sovrapposti per una lunghezza di almeno 40 diametri, ripiegandoli ad uncino alle estremità, oppure riuniti con manicotto filettato o con saldatura elettrica.

Tali interruzioni devono essere sfalsate e trovarsi nelle regioni di minore sollecitazione: è necessario che la maggior parte delle armature principali raggiunga la zona degli appoggi e sia convenientemente ancorata nella zona compressa.

Nelle membrature tese le giunzioni devono essere fatte soltanto col manicotto filettato.

Le barre devono essere piegate alle estremità ad uncino a semicerchio con una luce interna uguale a cinque volte il diametro del tondino.

I ferri piegati devono presentare nel punto di piegatura un raccordo curvo avente un raggio uguale a 10 volte il diametro della barra.

Qualsiasi superficie metallica deve distare dalle faccie esterne del conglomerato di almeno centimetri 0,8 se si tratta di soletta, e di centimetri 2 se trattasi di nervatura. Fra le superficie delle barre di ferro vi deve essere in ogni direzione una distanza uguale almeno al diametro delle medesime ed in ogni caso non inferiore a centimetri 2.

Art. 38.

In presenza di salsedine marina o di emanazioni gassose nocive alla costruzione, la distanza minima delle superficie metalliche dalle faccie esterne del conglomerato dev'essere almeno di cm. 3,5 e lo strato esterno del conglomerato rivestente i ferri dev'essere impermeabile.

Art. 39.

Per assicurare la compartecipazione della soletta alla inflessione delle nervature principali occorrono barre di ricoprimento disposte perpendicolarmente all'asse delle nervature stesse ed abbastanza vicine fra loro, qualora quelle già previste nel solaio non bastino.

Le staffe delle nervature devono essere ampiamente rivoltate nelle solette compartecipanti.

Art. 40.

Prima di procedere al getto del conglomerato, occorre verificare che l'armatura corrisponda esattamente alle indicazioni del progetto, e che si sia provveduto a fissarla stabilmente in modo di assicurare l'invariabilità della posizione dei ferri durante la battitura del conglomerato.

Il conglomerato deve avvolgere completamente i ferri e per raggiungere tale scopo essi devono essere spalmati con boiacca di cemento immediatamente prima del getto.

Art. 41.

Il conglomerato viene messo in opera subito dopo eseguito l'impasto, a strati di spessore non maggiore di cm. 15; deve essere ben battuto con pestelli di appropriata forma e peso, od eventualmente vibrato.

Nelle riprese di lavoro, se il conglomerato gettato è ancora molle, se ne spalma la superficie con boiacca di cemento; se è già indurito, prima della detta spalmatura si rimette al vivo la superficie rendendola scabra e lavandola con acqua, in modo da assicurare il collegamento con la ripresa del getto.

Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede, che permetta di pulire la base e di mettervi uno strato di malta ricca di cemento prima di iniziare il getto del pilastro, affinchè questo non rimanga indebolito al piede.

Art. 42.

E' vietato mettere in opera il conglomerato a temperatura inferiore a zero gradi centigradi. Soltanto il conglomerato di cemento alluminoso può essere messo in opera a temperatura minore di zero, ma non più bassa di —10°; gli impasti però devono essere eseguiti con materiali aventi temperatura superiore a zero gradi.

Art. 43.

Nelle costruzioni esposte a notevoli variazioni di temperatura si devono prendere, durante l'esecuzione, le opportune disposizioni per evitare gli inconvenienti che ne possono derivare.

Art. 44.

Le opere di conglomerato armato, fino a sufficiente maturazione, cioè per un periodo di tempo da 8 a 14 giorni, devono essere periodicamente inaffiate e, ricoperte di sabbia o di tela, mantenute umide. Ove occorra, devono essere più efficamenete protette contro le vicende meteoriche, dai raggi solari specialmente nella stagione estiva e dal gelo durante l'inverno.

Le opere di conglomerato di cemento alluminoso devono essere confezionate a temperatura non superiore a 30°, sia nell'ambiente sia nei materiali componenti, e speciali precauzioni devono prendersi perchè non rimangano esposte a temperature troppo elevate.

Art. 45.

Nella confezione del conglomerato di cemento alluminoso si deve eliminare in modo assoluto qualsiasi inclusione di calce e di cemento di altra specie, provvedendo ad una rigorosa pulizia e lavatura preventiva di attrezzi, meccanismi, piani per impasti e mezzi di trasporto.

Art. 46.

Le armature in legname devono essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso proprio della costruzione ed alle vibrazioni prodotte dalla battitura del conglomerato. Esse devono essere costruite in modo che, al momento del primo disarmo, rimanendo in posto i necessari puntelli, possano essere rimosse, senza pericolo di danneggiare l'opera, le sponde dei casseri ed altre parti non essenziali alla stabilità.

Quando la portata delle membrature principali oltrepassi m. 6, devono disporsi sotto le casseforme, o sotto i puntelli, opportuni cunei di disarmo.

Art. 47.

Nessuna opera in conglomerato armato deve essere soggetta al passaggio diretto degli operai e mezzi d'opera, prima che abbia raggiunto un sufficiente grado di maturazione.

E' proibito caricare o mettere in esercizio comunque le strutture che non siano ancora sufficientemente stagionate.

Art. 48.

Non si procede ad alcun disarmo prima di aver accertato che il conglomerato abbia raggiunto un grado sufficiente di maturazione.

Nelle migliori condizioni atmosferiche e con conglomerato di cemento a lenta presa idraulico normale (Portland), d'alto forno e pozzolanico non si devono rimuovere prima di 5 giorni le sponde dei casseri delle travi e quelle dei pilastri. Non si procede al disarmo prima di 10 giorni per le solette e non prima di un mese per i puntelli delle nervature.

Le opere di notevole portata e di grandi dimensioni, come pure quelle destinate per coperture, le quali dopo il disarmo possono trovarsi esposte subito al carico assunto nel calcolo, si devono lasciare armate per un tempo maggiore, da indicarsi fra le modalità del progetto.

Il disarmo delle strutture eseguite con conglomerato di cemento ad alta resistenza può essere fatto dopo trascorso almeno lo spazio di tempo appresso indicato:

1) sponde dei casseri delle travi e dei pilastri: 48 ore;
2) armature di solette: 4 giorni;
3) puntelli delle travi e delle solette di grande portata: 8 giorni.

Il disarmo delle strutture eseguite con conglomerato di cemento alluminoso può essere fatto dopo trascorso almeno lo spazio di tempo appresso indicato:

1) sponde dei casseri delle travi e dei pilastri: 36 ore;
2) armatura di solette: 3 giorni;
3) puntelli delle travi e delle solette di grande portata: 5 giorni.

Nelle stagioni eccezionalmente contrarie alla buona maturazione del conglomerato il tempo prescritto per il disarmo deve essere convenientemente aumentato. Ciò va detto in particolar modo per quelle opere che durante la costruzione fossero state colpite dal gelo, per le quali, dopo accertato lo avvenuto disgelo senza deterioramento della massa del conglomerato, deve lasciarsi trascorrere prima del disarmo tutto intero il periodo di tempo sopra indicato.

In ogni caso, prima di procedere alla rimozione delle armature di legname, da effettuarsi in modo che la costruzione non riceva urti, scuotimenti o vibrazioni, occorre verificare accuratamente che il conglomerato abbia fatto buona presa.

Art. 49.

Nel cantiere dei lavori, a cura del direttore, deve tenersi un registro, nel quale siano indicate le date dell'ultimazione del getto delle varie parti dell'opera, la quantità del cemento impiegato e tutte le eventualità degne di nota verificatesi durante la costruzione.

## CAPO V

### NORME DI COLLAUDO.

### Art. 50.

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di allegare ai documenti di collaudo, dopo averne dato visione al costruttore, i certificati delle prove eseguite a norma delle disposizioni contenute nel Capo II.

### Art. 51.

Le operazioni di collaudo consistono nel controllare la perfetta esecuzione del lavoro e la sua corrispondenza con i dati del progetto, nell'eseguire prove di carico e nel compiere ogni altra indagine che il collaudatore ritenga necessaria.

Le prove di carico hanno luogo di regola non prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto per i conglomerati di cemento idraulico normale (Portland), d'alto forno e pozzolanico, non prima di 30 giorni per i conglomerati di cemento alluminoso, e si effettuano a stagionatura più o meno avanzata secondo la portata delle diverse parti e la importanza dei carichi.

Nelle prove la costruzione deve essere possibilmente caricata nei modi previsti nella progettazione ed in generale in modo tale da determinare le massime tensioni o le massime deformazioni.

La lettura degli apparecchi di misura (flessimetri od estensimetri) sotto carico dev'essere ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori aumenti nelle indicazioni.

La lettura delle deformazioni permanenti, dopo la rimozione del carico, dev'essere ugualmente ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori ritorni.

Qualora si riscontrino deformazioni permanenti notevoli, la prova di carico dev'essere ripetuta per constatare il comportamento elastico della struttura.

Il confronto tra le deformazioni elastiche (consistenti nelle differenze tra le deformazioni massime e le permanenti) e le corrispondenti deformazioni calcolate in base all'art. 34, fornisce al callaudatore un criterio di giudizio sulla stabilità dell'opera.

### Art. 52.

E' vietato assoggettare a carico, sia pure transitorio, una costruzione di conglomerato prima che sia stata soggetta a prova.

ALLEGATO A

**Elenco dei laboratori ufficiali**

*Laboratori sperimentali annessi alle cattedre di Scienza delle costruzioni*:

del R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Torino;

dal R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Milano;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Padova;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Genova;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Bologna;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Pisa;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Roma;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Napoli;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Palermo;

laboratorio del R. Istituto sperimentale delle comunicazioni (Sezione ferroviaria).

ALLEGATO B

Fig 3

Fig 4

Visto, d'ordine di Sua Maestà il Re d'Italia e di Albania
Imperatore d'Etiopia

*Il DUCE del Fascismo, Capo del Governo*
MUSSOLINI

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. 2230.

**Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico.**

VITTORIO EMANUELE III
PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE
RE D'ITALIA E DI ALBANIA
IMPERATORE D'ETIOPIA

Veduto l'art. 18 del R. decreto-legge 25 giugno 1937-XV, n. 1114;
Veduto il R. decreto-legge 5 settembre 1938-XVI, n. 1787;
Udito il Consiglio dei Ministri;
Sulla proposta del DUCE del Fascismo, Capo del Governo, di concerto con i Ministri per i lavori pubblici e per le corporazioni;
Abbiamo decretato e decretiamo:

Sono approvate e rese obbligatorie le annesse norme, compilate dal Consiglio nazionale delle ricerche, per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico, le quali saranno firmate, d'ordine Nostro, dal DUCE del Fascismo, Capo del Governo, proponente.

Sono abrogate tutte le disposizioni contrarie o comunque incompatibili con quelle del presente decreto, il quale entrerà in vigore nel 60° giorno dopo la sua pubblicazione.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 16 novembre 1939-XVIII

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI — SERENA — RICCI

Visto, *il Guardasigilli:* GRANDI
*Registrato alla Corte dei conti, addì 29 febbraio 1940-XVIII*
*Atti del Governo, registro 418, foglio 113.* — MANCINI

**Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico**

## CAPO I.

### DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI.

#### Art. 1.

Agli effetti delle presenti norme s'intendono per pozzolane tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa ed indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40 % ad un attacco acido basico, eseguito secondo le modalità di cui al capo III.

Si considerano materiali a comportamento pozzolanico tutti quelli che, pur non essendo di origine vulcanica, rispondono alle condizioni della precedente definizione.

#### Art. 2.

Agli effetti delle presenti norme le pozzolane si dividono in pozzolane energiche e pozzolane di debole energia in base ai requisiti indicati al Capo II.

## CAPO II.

### REQUISITI DI ACCETTAZIONE.

#### Art. 3.

Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico devono dar luogo alle seguenti resistenze con la tolleranza del 10 %.

A. — Pozzolane energiche.

Resistenza a trazione (su malta normale):
dopo 28 giorni . . . . . . . Kg/cm² 5

Resistenza a pressione (su malta normale):
dopo 28 giorni . . . . . . . Kg/cm² 25

La malta normale dev'essere composta di tre parti in peso del materiale da provare e una parte in peso di calce normale, e dopo sette giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm. 7 l'ago di Vicat del peso di 1 Kg. lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm. 30.

B. — Pozzolane di debole energia.

Resistenza a trazione (su malta normale):
dopo 28 giorni . . . . . . . Kg/cm² 3

Resistenza a compressione (su malta normale):
dopo 28 giorni . . . . . . . Kg/cm² 12

La malta normale dev'essere composta con tre parti in peso di pozzolana e una parte in peso di calce normale e dopo sette giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm. 10 l'ago di Vicat, del peso di 1 Kg. lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm. 30.

#### Art. 4.

La pozzolana ed i materiali a comportamento pozzolanico devono essere scevri da sostanze eterogenee.

#### Art. 5.

La dimensione massima dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico non deve superare mm. 5.

#### Art. 6.

La pozzolana ed i materiali a comportamento pozzolanico devono presentare un residuo insolubile non superiore al 40 % ad un attacco acido bàsico, eseguito secondo le modalità di cui al capo III.

## CAPO III.

### METODI DI PROVA.

SEZIONE I. — *Prelievo del campione.*

#### Art. 7.

Per l'accertamento dei requisiti di cui nel capo II le pozzolane ed i materiali pozzolanici debbono essere sottoposti a prove fisiche chimiche e pratiche su campioni, prelevati con le modalità indicate negli articoli 8 e 9, a seconda che si tratti di materiale di cava oppure di materiale in mucchio.

Le prove debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali indicati nell'allegato *A* alle presenti norme.

#### Art. 8.

Il campione del materiale di cava viene prelevato da vari punti del fronte d'attacco della cava, in guisa da rappresentare il prodotto medio di essa.

Qualora il giacimento, che si prende in considerazione, risulti costituito da vari strati ben distinti, essi sono esaminati separatamente, specificando lo strato dal quale il campione proviene.

Il materiale prelevato viene depositato in uno strato di circa 20 cm. di spessore, che viene diviso in 4 parti, di cui si scartano le due opposte, e dalle rimanenti due, ben mescolate, si prelevano Kg. 50 per l'invio al laboratorio.

Art. 9.

Per prelevare il campione del materiale in mucchio, per ogni partita di pozzolana o di materiale pozzolanico fino a 10 mc., si prendono alla pala, in vari punti del mucchio, Kg. 500 di materiale; per quantità superiori si aumenta proporzionalmente il campione.

Il materiale così prelevato viene depositato in uno strato di circa cm. 20 di spessore, che viene diviso in 4 parti, di cui si scartano le due opposte, e dalle rimanenti due, ben mescolate, si prelevano 50 Kg. per l'invio al laboratorio.

Art. 10.

Per il prelevamento dei campioni a piè d'opera dev'essere redatto apposito verbale dal quale risulti:

*a)* la natura dell'opera per la quale la malta o il calcestruzzo deve essere impiegato;

*b)* le condizioni tecniche del capitolato riferentisi sia all'impasto che ai suoi componenti;

*c)* la data del prelievo dei provini;

*d)* le modalità seguite nel prelievo dei provini e le proporzioni dei componenti;

*e)* la provenienza e la qualità dei materiali impiegati.

SEZIONE II. — *Prove fisiche.*

Art. 11.

Le prove fisiche sono di granulosità, di presa, di trazione e di compressione; e vengono eseguite con le modalità di cui agli articoli seguenti.

Art. 12.

Il grado di granulosità delle pozzolane e dei materiali pozzolanici viene determinato usando delle serie di stacci a fori circolari da mm. 5, 4, 3, 2, 1, e 0,5. Si impiegano 2 Kg. di pozzolana o materiale, esprimendo i risultati in per cento del peso.

Art. 13.

Le prove di presa, trazione e compressione debbono essere eseguite su malta normale.

Per la preparazione della malta normale pozzolanica si impiega calce grassa, la quale deve contenere almeno il 95 % di ossido di calcio. Essa viene impiegata allo stato di calce idrata in polvere, ottenuta dalla calce in zolle, idratandola per aspersione ed opportunamente vagliandola al vaglio da 900 maglie per cmq., dopo almeno quindici giorni di esposizione in ambiente umido, per eliminare gli incotti e le particelle non perfettamente idrate.

La malta normale si confeziona nelle proporzioni in peso di 25 parti di calce normale per 75 parti del materiale da provare. Questo deve essere previamente essiccato a 100°-105° in stufa fino a peso praticamente costante; e, passato allo staccio a fori tondi del diametro di mm. 3, l'eventuale residuo deve essere frantumato, fino a passare completamente al vaglio predetto, e mescolato al restante materiale.

La manipolazione si esegue in ambiente a temperatura da 15° a 20°, sopra un piano di materiale non assorbente con l'impiego di una spatola, rimescolando gli ingredienti prima a secco, poi con acqua potabile, finchè la miscela risulti perfettamente omogenea. L'acqua viene aggiunta a poco a poco nella quantità occorrente per ottenere un impasto plastico, tale da agglomerarsi sotto la pressione della mano.

Art. 14.

Le prove di presa si eseguono con l'ago di Vicat originale del peso complessivo di 1 Kg., della forma e dimensioni indicate nella fig. n. 1, allegato *B*, operando per caduta.

L'esperienza si conduce nel modo seguente. La malta normale, preparata nel modo sopradescritto, si introduce in una forma di lamiera di zinco cilindrica dell'altezza di 5 cm. e del diametro di 10 cm., da conservarsi in atmosfera umida (80 % di umidità). Dopo 24 ore dalla confezione della malta si fa la prima prova di penetrazione, lasciando cadere l'ago del peso complessivo di 1 Kg., dall'altezza di mm. 30; le prove si ripetono successivamente ad intervalli di 24 ore, finchè si constati che l'ago con una caduta non penetri più di 7 mm. nell'impasto. Raggiunto tale grado di consistenza, che si ritiene come indice dell'inizio dell'indurimento, il saggio di presa vien posto a stagionare ulteriormente nell'acqua.

Il progressivo indurimento dell'impasto viene controllato con periodiche prove di penetrazione dell'ago, i cui risultati si raccolgono in apposito diagramma. Analoghe determinazioni si eseguono su altro saggio di presa destinato a compiere il suo indurimento in ambiente semplicemente umido.

Art. 15.

La prova a trazione si eseguisce, introducendo la malta normale appena manipolata, con l'aiuto di una spatola metallica a lama sottile della larghezza di cm. 4, nella forma normale della sezione minima di 5 cmq., corrispondente al tipo di provino di cui alla fig. 2, allegato *B*, costituita da due pezzi.

Le forme, lasciate alquanto ricolme allo scopo di evitare avvallamenti alla superficie in seguito all'asciugamento del materiale, vengono conservate in atmosfera umida (umidità circa 80 %), al riparo dalle correnti d'aria e dai raggi del sole, ad una temperatura fra 15° e 20°. Dopo circa 6 ore si asporta con la spatola il materiale eccedente, mentre si attende per la sformatura dei provini che la malta abbia raggiunto un sufficiente grado di consistenza (in media dopo 3 giorni per le pozzolane energiche). Decorso il periodo di 7 giorni dalla data dell'impasto, i provini vengono messi in acqua potabile. L'acqua, che deve avere un volume minimo di 3 volte quello dei provini immersi ed una temperatura compresa fra 15° e 20° C., viene rinnovata ogni 7 giorni. I provini devono essere tolti dall'acqua all'atto della prova e asciugati.

L'apparecchio per la rottura dei provini deve essere regolato in modo che lo sforzo di trazione sia continuo e cresca in ragione di 1 Kg/cmq, per secondo.

La forma delle branche di attacco deve essere quella indicata nella fig. 3, allegato *B*. Ciascun esperimento esige la rottura di 6 provini; si assume come resistenza definitiva la media dei 4 migliori.

Art. 16.

La prova a compressione si esegue su malta normale collocata con l'aiuto della spatola, appena manipolata, in una forma cubica metallica della sezione di 50 cmq. costituita da 4 pezzi.

Per le altre modalità si devono osservare le stesse norme stabilite per le prove a trazione.

L'apparecchio per la rottura dei provini deve essere regolato in modo che lo sforzo di pressione sia continuo e cresca in ragione di Kg/cmq. 20 per secondo. Lo sforzo di pressione deve esercitarsi perpendicolarmente a due delle faccie opposte che sono state a contatto con le pareti laterali della forma.

SEZIONE III. — *Prove chimiche.*

Art. 17.

La determinazione del residuo insolubile all'attacco acido basico si deve eseguire su un campione preparato vagliando il materiale da provare al vaglio da 2 cm.; lo si essicca a 100-105° fino a peso praticamente costante e si polverizza il materiale essicato in modo che non lasci residuo al setaccio da 4900 maglie per cmq.

Un grammo del campione preparato come al numero precedente si spappola con 25 cc. di acqua, agitando con bacchetta di vetro, poi si attacca con 40 cc. di acido cliridrico (d = 1,19) in capsula e si evapora sino a secchezza a bagnomaria.

L'operazione viene ripetuta con 20 cc. di acido cloridrico (d = 1,12) per altre due volte; il residuo dell'ultima evaporazione viene ripreso con 100 cc. di acido cloridrico dil. (1:3), si scalda un poco, si filtra e si lava fino ad eliminazione della reazione acida. Il residuo viene portato in una beuta, munita di refrigerante a ricadere, con 100 cc. di soluzione di KOH al 25 %, si lascia digerire per 16 ore a temperatura ambiente e poi si mantiene per 4 ore il liquido alcalino in costante ebollizione. Infine si filtra, si lava sino ad eliminazione della reazione alcalina, si secca il residuo e si calcina sino a peso costante.

SEZIONE IV. — *Prove pratiche.*

Art. 18.

Le prove pratiche si eseguono sulle malte e sui calcestruzzi preparati in cantiere, oppure su impasti analoghi preparati in laboratorio, ponendosi, per quanto è possibile, nelle stesse condizioni pratiche di lavoro.

Di regola tali prove sono di compressione.

Art. 19.

La malta di grassello di calce e pozzolana granulata o materiale pozzolanico dev'essere confezionata nelle proporzioni in volume di 1 parte di grassello per 4 di materiale per le malte da muro, 1 parte di grassello per 3 di materiale per le malte da intonaco.

La malta di idrato di calcio in polvere e pozzolana o materiale pozzolanico, dovrà essere confezionato nelle proporzioni di 100 kg. di idrato per mc. di materiale per le malte da muro, 150 kg. di idrato per mc. di materiale per le malte da intonaco.

Per queste ultime di regola deve farsi l'impiego del fiore di calce, dato il suo più alto potere adesivo. Il dosaggio del fiore di calce può essere ridotto rispetto a quello dell'idrato a seconda della quantità del materiale.

Art. 20.

I provini per le esperienze di compressione sono di forma cubica del lato di 7 cm. per le malte e del lato di 16 cm. pei calcestruzzi.

Per il prelievo e la fabbricazione dei provini debbono impiegarsi casseforme smontabili metalliche o di legname di essenza forte, accuratamente eseguite, in guisa che i cubetti di prova risultino di forma regolare, a faccie perfettamente piane. Le casseforme debbono inoltre presentare pareti sufficientemente robuste per sopportare senza deformazione l'azione del costipamento del conglomerato e, se di legno, debbono essere nelle varie parti solidamente collegate con viti e cerniere, si da eliminare il rischio di sconnessioni ed incurvamenti per effetto dell'umidità, dei trasporti, ecc.

All'atto della formazione dei provini si deve usare l'avvertenza di ungere preventivamente con olio minerale o con petrolio le pareti interne delle casseforme, al fine di impedire l'adesione ad esse della malta, la quale può essere causa di guasti e di notevoli difficoltà al momento della sformatura dei provini.

I provini di malta o di calcestruzzo si formano per strati, in modo da assicurare il perfetto riempimento dei vani delle casseforme e conferire ai provini medesimi compattezza uniforme nelle varie parti.

Ultimata la fabbricazione dei provini, le relative casseforme vengono conservate al riparo dal sole, dai geli ed in genere dalle intemperie, ed all'occorrenza sono innaffiate per alcuni giorni, oppure ricoperte con sabbia mantenuta umida, per impedire un troppo rapido essiccamento della malta.

Allorchè l'impasto ha raggiunto un conveniente grado di indurimento, si procede alla sformatura dei provini, i quali vengono allora lasciati ulteriormente stagionare all'aria, oppure si dispongono in acqua, a seconda che provengano da impasti adibiti alla fabbricazione di strutture all'aria libera o subacquee.

Come periodi di stagionatura per l'esecuzione delle prove si adottano quelli stessi stabiliti al precedente capo II per le prove normali con pozzolana allo stato granulare.

ALLEGATO A.

**Elenco dei laboratori ufficiali**

*Laboratori sperimentali annessi alle cattedre di Scienza delle costruzioni*:

del R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Torino;

del R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Milano;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Padova;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Genova;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Bologna;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Pisa;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Roma;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Napoli;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Palermo;

laboratorio del R. Istituto sperimentale delle comunicazioni (Sezione ferroviaria).

ALLEGATO *B*.

Fig. 1

Fig. 2.

Fig. 3.

Visto, d'ordine di Sua Maestà il Re d'Italia e di Albania
Imperatore d'Etiopia

*Il DUCE del Fascismo, Capo del Governo*
MUSSOLINI

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. 2231.
**Norme per l'accettazione delle calci.**

VITTORIO EMANUELE III
PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE
RE D'ITALIA E DI ALBANIA
IMPERATORE D'ETIOPIA

Veduto l'art. 18 del R. decreto-legge 25 giugno 1937-XV, n. 1114;
Veduto il R. decreto-legge 5 settembre 1938-XVI, n. 1787;
Udito il Consiglio dei Ministri;
Sulla proposta del DUCE del Fascismo, Capo del Governo, di concerto coi Ministri per i lavori pubblici e per le corporazioni;
Abbiamo decretato e decretiamo:

Sono approvate e rese obbligatorie le annesse norme, compilate dal Consiglio nazionale delle ricerche, per l'accettazione delle calci, le quali saranno firmate, d'ordine Nostro, dal DUCE del Fascismo, Capo del Governo proponente.
Sono abrogate tutte le disposizioni contrarie o comunque incompatibili con quelle del presente decreto, il quale entrerà in vigore nel 60° giorno dopo la sua pubblicazione.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 16 novembre 1939-XVIII

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI — SERENA — RICCI

Visto, *il Guardasigilli*: GRANDI
*Registrato alla Corte dei conti, addì 29 febbraio* 1940-XVIII
*Atti del Governo, registro* 418, *foglio* 115. — MANCINI.

**Norme per l'accettazione delle calci**

## CAPO I.

CLASSIFICAZIONI E DEFINIZIONI.

### Art. 1.

Agli effetti delle presenti norme le calci si dividono in:

A - *Calci aeree*:

*a*) calce grassa in zolle;
*b*) calce magra in zolle;
*c*) calce idrata in polvere.

Si dicono calci aeree magnesiache quelle contenenti più del 20 % di MgO.

B - *Calci idrauliche*:

*a*) calce idraulica naturale in zolle;
*b*) calce idraulica naturale o artificiale in polvere;
*c*) calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere;
*d*) calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere;
*e*) calce idraulica artificiale siderurgica in polvere.

### Art. 2.

Le calci sopranominate rispondono alle seguenti definizioni:

A - *Calci aeree*:

*a*) La calce grassa in zolle, di colore pressochè bianco, è il prodotto della cottura di calcari di adatta composizione morfologica e chimica.

*b*) La calce magra in zolle è il prodotto della cottura di calcari a morfologia e composizione chimica tali da non dare calci che raggiungano i requisiti richiesti per le calci di cui alla lettera *a*).

*c*) La calce idrata in polvere è il prodotto dello spegnimento completo delle calci predette, fatto dallo stabilimento produttore in modo da ottenerla in polvere fina e secca.

B - *Calci idrauliche*:

*a*) La calce idraulica in zolle è il prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale da risultare di facile spegnimento.

*b*), *c*) La calce idraulica e quella eminentemente idraulica, naturali o artificiali sono i prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, con la successiva estinzione, stagionatura e macinazione.

*d*) La calce idraulica artificiale pozzolanica è il prodotto della miscela intima, ottenuta per macinazione, di pozzolana energica e calce aerea.

*e*) La calce idraulica siderurgica è il prodotto della miscela intima, ottenuta per macinazione, di loppe di altoforno basiche granulate e calce aerea.

## CAPO II.

REQUISITI DI ACCETTAZIONE.

### Art. 3.

Per le calci devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni, nelle quali le quantità sono espresse percentualmente in peso.

A - *Calci aeree*:

*a*) Calce grassa in zolle:
Contenuto in CaO + MgO . . . . . . . . . . . $\geq$ 94 %

*b*) Calce magra in zolle:
Contenuto in CaO + MgO . . . . . . . . . . . $\leq$ 94 %

*c*) Calce idrata in polvere.

Questa calce comprende due categorie di prodotti, per i quali devono essere soddisfatti i seguenti requisiti:

*c'* - fiore di calce:

1) Contenuto in umidità . . . . . . . . . . . $\leq$ 3 %
2) Contenuto in carboni e impurità . . . . . . $\leq$ 6 %
3) Contenuto in idrati di calcio e magnesio . . $\geq$ 91 %

*c''* - calce idrata da costruzione:

1) Contenuto in umidità. . . . . . . . . . . . $\leq$ 3 %
2) Contenuto in carboni e impurità . . . . . . $\leq$ 6 %
3) Contenuto in idrati di calcio e magnesio . $\geq$ 82 %

B - *Calci idrauliche*:

*a*) Calce idraulica naturale in zolle:

1) perdita al fuoco . . . . . . . . . . . . . . $\leq$ 10 %
2) contenuto in MgO . . . . . . . . . . . . . . $\leq$ 5 %

*b*), *c*) Calce idraulica naturale o artificiale in polvere e calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere:

1) contenuto in carbonati . . . . . . . . . . $\leq$ 10 %
2) contenuto in MgO . . . . . . . . . . . . . $\leq$ 5 %

*d*) Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere:

1) contenuto in carbonati . . . . . . . . . . $\leq$ 10 %
2) rapporto di costituzione $\frac{SiO_2 + Al_2O_3}{CaO}$ . . $\geq$ 1,5 %
3) contenuto in MgO . . . . . . . . . . . . . $\leq$ 5 %

*e*) Calce idraulica artificiale siderurgica in polvere:

1) contenuto in MnO. . . . . . . . . . . . . $\leq$ 5 %
2) perdita al fuoco. . . . . . . . . . . . . . $\leq$ 5 %
3) residuo insolubile . . . . . . . . . . . . . $\leq$ 2,5 %
4) contenuto in MgO . . . . . . . . . . . . . $\leq$ 5 %

### Art. 4.

Le calci devono rispondere ai seguenti requisiti fisico-meccanici:

A - *Calci aeree*:

*a*) Calce grassa in zolle.
Questa calce deve avere un rendimento in grassello. . . . . . . . . . . . . . $\geq$ 2,5 mc./tonn.

*b*) Calce magra in zolle.
Questa calce deve avere un rendimento in grassello. . . . . . . . . . . . . . $\geq$ 1,5 »

*c*) Calce idrata in polvere:

*c'* - Il fiore di calce deve:

1) dare un residuo al vaglio da 900 maglie/cmq . . . . . . . . . . . . . $\leq$ 1 %
2) dare un residuo al vaglio da 4900 maglie/cmq . . . . . . . . . . . . . $\leq$ 5 %
3) rispondere alla prova di stabilità di volume

*c''* - La calce da costruzione deve:

1) dare un residuo al vaglio da 900 maglie/cmq . . . . . . . . . . . . . $\leq$ 2 %
2) dare un residuo al vaglio da 4900 maglie/cmq . . . . . . . . . . . . . $\leq$ 15 %
3) rispondere alla prova di stabilità di volume.

B - *Calci idrauliche in polvere*:

*b*) La calce idraulica naturale o artificiale in polvere deve:

1) dar luogo alle seguenti resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3:

resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura . . . . . . . . . . . . . $\geq$ 5 Kg./cmq.
resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura . . . . . . . . . . . $\geq$ 10
con una tolleranza del 10 %

2) rispondere alla prova di stabilità del volume.

*c*), *d*), *e*) La calce eminentemente idraulica naturale o artificiale, la calce idraulica artificiale pozzolanica e la calce idraulica artificiale siderurgica devono:

1) dar luogo alle seguenti resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3:

resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura . . . . . . . . . . . . ≥ 10 Kg./cmq.
resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura . . . . . . . . . . ≥ 100 »
con una tolleranza del 10 %

2) rispondere alla prova di stabilità di volume.

Tutte le calci idrauliche in polvere devono:

1) lasciare sul setaccio da 900 maglie/cmq. un residuo percentuale in peso inferiore al 2 % e sul setaccio da 4900 maglie/cmq. un residuo inferiore al 20 %;

2) iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dal principio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore del medesimo;

3) essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

## CAPO III.

### METODI DI PROVA.

*Sezione I - Prove chimiche.*

**Art. 5.**

Per l'accertamento dei requisiti d'accettazione di cui nel Capo II, le calci debbono essere sottoposte alle prove chimiche riportate negli articoli seguenti e distinte secondo che si tratti di:

*a*) calce grassa in zolle;
*b*) calce magra in zolle;
*c*) calce idrata in zolle;
*d*) calce idraulica naturale in zolle;
*e*) calce idraulica naturale o artificiale in polvere;
*f*) calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere;
*g*) calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere;
*h*) calce idraulica artificiale siderurgica in polvere.

**Art. 6.**

Le prove chimiche per la calce grassa o magra in zolle si effettuano come segue:

Il materiale si passa ad un rompitore e si sminuzza finemente e, dopo averlo ben miscellato, si dispone in sottile strato di forma quadrata; dai quattro settori limitati dalle diagonali vengono presi 4 campioni di 1 kg. ciascuno.

I 4 kg. così radunati vengono posti in mulinetti a palle di laboratorio fino a lasciare un residuo del 2 % sul vaglio di 900 maglie/cmq. allo scopo di avere un complesso della massima omogeneità; vengono poi conservati in barattolo di vetro con tappo smerigliato per i prelevamenti necessari.

*a*) Determinazione del contenuto in CaO + MgO:

Mezzo grammo della calce così campionata si pone in capsula di porcellana, si spegne con q.b. di acqua e vi si aggiungono 25 cc. di HCl. dil. dens. 1,12. Si evapora su b. m. sino a completa secchezza e si tiene per due ore in stufa a 110°-120°. Dopo raffreddamento si umetta il residuo con HCl. conc., si lascia digerire a freddo per 15', si riprende con 100 cc. di acqua bollente, si scalda ancora un poco su bagnomaria, si lascia riposare ed infine si filtra e si lava a caldo prima con acqua acidulata con HCl. (5:100) e poi con acqua sino a scomparsa della reazione del Cl. Il residuo si trascura.

Il filtrato si evapora sino a circa 150 cc., si addiziona di qualche goccia di acido nitrico conc., si fa bollire e si precipitano i sesquiossidi con leggero eccesso di ammoniaca (densità 0,96). Si lascia bollire per 1' e dopo riposo si filtra e si lava con acqua bollente. Il precipitato si trascura.

Il nuovo filtrato, ridotto a circa 250-300 cc., si porta alla ebollizione, di addiziona di HCl sino a reazione acida (indicatore metilarancio), si scalda all'ebollizione, e si addiziona a poco a poco di acido ossalico solido (poco più del triplo del peso della calce più la magnesia supposte presenti). Si aggiunge quindi a poco a poco e agitando, ammoniaca (densità 0,96) in eccesso, rallentando però l'aggiunta, quando il liquido incomincia ad intorbidarsi. Si lascia poi depositare per 5 ore il precipitato formatosi e quindi si filtra. Dopo lavaggio con soluzione calda di ossalato ammonico all'1 % il precipitato con tutto il filtro si pone in crogiolo e, tenendo questo inclinato, si essicca e si incenerisce con piccola fiamma; poi si calcina con le solite norme e si pesa. Si ripete la calcinazione sino a peso costante. La percentuale di CaO si ottiene moltiplicando per 200 il risultato dell'ultima pesata.

Il filtrato proveniente dalla determinazione precedente si porta a circa 250 cc., si addiziona di HCl dil. 1:1 fino a reazione acida, si tratta con un eccesso di fosfato sodico o ammonico ed alcune gocce di fenolftaleina, si scalda poi all'ebollizione ed ancora caldo si addiziona (da prima a goccia a goccia ed agitando continuamente) di ammoniaca (dens. 0,96) finchè si ottiene una colorazione rossa persistente e poi ancora di una quantità della stessa ammoniaca corrispondente ad 1/3 del volume della soluzione. Si lascia raffreddare e dopo 12 ore almeno si filtra, si lava con ammoniaca dil. (dens. 0,989) e si procede con le solite forme alla determinazione della magnesia.

Se il residuo del crogiolo non è bianco vi si aggiungono 2-3 gocce di acido nitrico conc., si evapora, si torna a calcinare e si pesa.

Questo peso moltiplicato per 72,42 dà la percentuale di ossido di magnesio (MgO).

Sommando le due percentuali di CaO e MgO si hanno gli ossidi di calcio e di magnesio.

*b*) Determinazione del contenuto in carbonato di calcio ($CaCO_3$).

Si userà un apparecchio del tipo a spostamento dell'anidride carbonica (apparecchio di Schroedter o di Mohr-Geissler, ecc.).

Dall'apertura laterale inferiore si introducono da 2 a 5 gr. del materiale campionato come sopra è detto. Il quantitativo sarà scelto a seconda del contenuto in carbonato di calcio ($CaCO_3$) che si presume presente nel campione, valutato per mezzo di una prova qualitativa con acido cloridrico diluito.

Si ripesa l'apparecchio col materiale.

Nel tubo munito inferiormente di rubinetto si introduce HCl di dens. 1,12 e nell'altro a fianco acido solforico conc.

Si pesa nuovamente l'apparecchio.

Si fa avvenire la decomposizione, si riscalda leggermente l'apparecchio su rete metallica con piccolissima fiamma e facendo passare una lenta corrente di aria dopo raffreddamento.

Si pesa e la diminuzione che risulta sull'ultima pesata fatta dà l'anidride carbonica ($CO_2$) eliminata dai carbonati contenuti nel quantitativo di calce adoperata. Chiamando con p il quantitativo di calce e con q la perdita di peso dell'apparecchio:

$$CaCO_3\,\% = \frac{100\,q}{p} \times 2,2743$$

**Art. 7.**

Le prove chimiche per la calce idrata in polvere si effettuano come segue:

*a*) Determinazione del contenuto in umidità:

Per ogni partita di 1000 sacchi (o frazione) si preleverà da diversi sacchi un campione del peso complessivo di kg. 10.

20 gr. di questo campione si tengono per 4 ore in stufa a 110°-120° in leggera corrente di aria priva di umidità e di anidride carbonica.

La diminuzione di peso dà la percentuale di umidità.

*b*) Determinazione del contenuto in idrato di calcio [$Ca(OH)_2$]+idrato di magnesio [$Mg(OH)_2$].

Si scaldino due grammi della calce idrata campionata come è detto all'art. 6 in un crogiolo di platino prima con la fiamma di una lampada Bunsen poi per circa 20' alla soffiera. Dopo raffreddamento in essiccatore si pesa e si ripete la calcinazione fino a peso costante. La perdita di peso moltiplicata per 50 e diminuita delle percentuali di umidità e di anidride carbonica ($CO_2$), trovate nelle precedenti determinazioni, dà la percentuale di acqua combinata con gli ossidi di calcio e di magnesio.

Per i prodotti costituiti solamente di $Ca(OH)_2$, oppure nei quali il $Mg(OH)_2$ entra solo come impurezza, questa percentuale di acqua si considera tutta combinata all'ossido di calcio. Chiamando con q l'acqua della perdita:

$$Ca(OH)_2 = \frac{74\ q}{18}$$

Qualora il valore della percentuale di acqua fosse tanto elevato da far sospettare la presenza di sensibili quantità di $Mg(OH)_2$ e fossero assenti nello stesso tempo altri composti di Ca e Mg diversi dall'idrato, allora si possono distinguere le percentuali dei due idrati. All'uopo si determinerà, come precedentemente si è detto, il contenuto in ossido di calcio (CaO) e ossido di magnesio (MgO) agendo però su 1 gr. di materiale seccato a 110°-120°.

$$Ca(OH)_2 = \frac{74\ q}{56}$$

Chiamando con r la percentuale di ossido di magnesio, quella di idrato di magnesio [$Mg(OH)_2$] corrispondente viene data da:

$$Mg(OH)_2 = \frac{58,32\ r}{40,32}$$

*c*) Determinazione del contenuto in carbonato di calcio ($CaCO_3$).

Come all'art. 6 *b*).

### Art. 8.

Le prove chimiche per la calce idraulica naturale in zolle si effettuano come segue:

*a*) Perdita al fuoco:

2 gr. del campione di calce idraulica prelevato come all'art. 7 *a*) posti in crogiolo o navicella, si scaldano prima per 2' o 3' su piccola fiamma e poi per 10' a 1000°.

Dopo raffreddamento in essiccatore, si pesa; la perdita di peso moltiplicata per 50 dà la percentuale cercata.

*b*) Determinazione dell'ossido di magnesia (MgO):

Come all'art. 6 *a*).

### Art. 9.

Le prove chimiche per la calce idraulica naturale o artificiale e la calce eminentemente idraulica naturale o artificiale si effettuano come segue:

*a*) Determinazione del contenuto in carbonato di calcio ($CaCO_3$).

Come all'art. 6 *b*).

*b*) Determinazione del contenuto in ossido di magnesio (MgO).

Come all'art. 6 *a*).

*c*) Determinazione del contenuto in anidride solforica ($SO_3$).

Grammo 1 di materiale si tratta con 25 cc. di acqua e poi con 25 cc. di HCl dil. (1:1) e si procede per la insolubilizzazione della silice con il metodo descritto all'art. 6 *a*); il filtrato della silice si porta all'ebollizione e vi si addizionano 20 cc. di soluzione bollente di cloruro di bario al 5 %. Si lascia depositare per 5 ore a b. m. il precipitato formatosi e poi si filtra lavando prima varie volte per decantazione con acqua calda addizionata di un poco di HCl ed infine sul filtro sempre con acqua come sopra. Il precipitato viene in seguito seccato e calcinato in crogiolo con le comuni norme:

$$BaSO_4 \times 34,3 = SO_3\ \%$$

### Art. 10.

Le prove chimiche per la calce idraulica artificiale pozzolanica si effettuano come segue:

*a*) Determinazione del contenuto in carbonato di calcio ($CACO_3$):

Come all'art. 6 *b*).

*b*) Determinazione della silice $SiO_2$:

Un grammo della calce campionata come all'art. 6 si pone in capsula di porcellana, si spegne con q. b. di acqua e vi si aggiungono 50 cc. di HCl dens. 1,12. Si evapora su b. m. sino a completa secchezza.

Si riprende il residuo con 25 cc. di HCl dens. 1,12, si ritorna ad evaporare e si tiene per due ore in stufa a 110°-120°. Dopo il raffreddamento si umetta il residuo con HCl conc., si lascia digerire a freddo per 15', si riprende con 100 cc. di acqua bollente, si scalda ancora un poco su b. m., si lascia riposare ed infine si filtra e si lava a caldo prima con acqua acidulata con HCl (5:100) e poi con acqua sino a scomparsa della reazione del Cl.

Il residuo così lavato si calcina con le solite norme e si pesa. Tale residuo, moltiplicato per 100, dà la percentuale in peso di silice ($SiO_2$).

*c*) Determinazione dell'allumina ($Al_2O_3$).

Il filtrato proveniente dalla separazione della silice, come sopra è descritto, si porta a volume e si divide in due porzioni uguali. In una si determina la somma dei sesquiossidi di alluminio e di ferro. All'uopo si addiziona tale porzione di qualche goccia di ac. nitrico conc., si fa bollire e si precipita poi con leggero eccesso di ammoniaca (dens. 0,96) previa aggiunta di cloruro ammonico (1-2 grammi di sale solido); si fa bollire ancora per circa 1' e si lascia un poco in riposo. Si filtra infine, si lava con acqua bollente, si secca il filtro col precipitato, si calcina e si pesa.

Il peso moltiplicato per 200 dà la percentuale di:

$$R_2O_3 = (Fe_2O_3 + Al_2O_3).$$

Nell'altra porzione si precipitano gli idrati di ferro e di alluminio come sopra e, dopo averli separati per filtrazione, si sciolgono in acido solforico dil.; nella soluzione si determina il ferro per titolazione con soluzione decinormale di permanganato di potassio previa riduzione dei sali ferrici e ferrosi con Zn amalgamato (riduttore di Jones).

Il risultato della titolazione verrà espresso in $Fe_2O_3$ %.

La percentuale di $Al_2O_3$ si ottiene per differenza togliendo dalla percentuale di $R_2O_3$, trovata prima, quella di $Fe_2O_3$.

*d*) Determinazione della calce (CaO):

Nel filtrato proveniente dalla determinazione della somma $Al_2O_3 + Fe_2O_3$, di cui è detto sopra, si determina l'ossido di calcio agendo come all'art. 6 *a*).

*e*) Determinazione del contenuto di ossido di magnesio (MgO):

Nel filtrato proveniente dalla determinazione della calce si determina l'ossido di magnesio come all'art. 6 *a*).

*f*) Determinazione del contenuto in anidride solforica ($SO_3$):

Come all'art. 9 *c*).

Art. 11.

Le prove chimiche per la calce idraulica artificiale siderurgica si effettuano come segue:

*a*) Determinazione del contenuto in ossido di manganese (MnO):

Un grammo di materiale viene riscaldato in matraccio di 300 cc. con 10 cc. di acqua e 40 cc. di ac. nitrico (dens. 1,18). Non è necessario separare l'insolubile. La soluzione raffreddata si porta a 200 cc. ed una parte aliquota di essa (secondo il contenuto in MnO del materiale) si tratta con 40 cc. di soluzione di nitrato di argento 0,01/N e con un grammo di persolfato ammonico solido fresco. Per completare l'ossidazione del manganese si lascia stare la soluzione circa 10' a 60° avendo cura di non sorpassare questa temperatura, allo scopo di impedire la scomposizione dell'acido permanganico. La soluzione viene raffreddata a temperatura ambiente; poi per aggiunta di 50 cc. di soluzione di cloruro di sodio 0,01/N, si precipita l'argento in soluzione e il liquido torbido si tratta con soluzione titolata di arsenito sodico sino a scomparsa del colore dell'acido permanganico.

La soluzione di arsenito si prepara sciogliendo a caldo in acqua una miscela di grammi 0,258 di $As_2O_3$ e grammi uno di carbonato sodico e diluendo a un litro. Il titolo di tale soluzione si stabilisce operando come sopra (e cioè in presenza di 40 cc. di acido nitrico d. 1,18; 40 cc. di soluzione di nitrato di argento ecc. ecc.) su di 10 cc. di soluzione di manganese ottenuta nel seguente modo: si sciolgono in acqua gr. 0,2229 di permanganato di potassio purissimo, si addizionano alla soluzione 25 cc. di ac. nitrico d. 1,18 e dell'acqua ossigenata per ridurre l'acido permanganico, poi si fa bollire per distruggere l'eccesso di acqua ossigenata, si lascia raffreddare e si porta ad un litro. 1 cc. di tale soluzione contiene gr. 0,0001 di MnO.

*b*) Determinazione della perdita al fuoco:

Come all'art. 8 *a*) ma in corrente di azoto.

*c*) Determinazione del residuo insolubile:

A 2 grammi di materiale posti in bicchiere da 400 cc., forma alta, si aggiungono 100 cc. di acqua e quindi, agitando bene, 50 cc. di HCl dil. (1:1); si scalda poi rapidamente fin presso all'ebollizione e successivamente su b. m. per 2' e subito dopo si filtra e si lava con acqua calda sino a reazione neutra. Si lascia digerire il filtro col suo contenuto in 60 cc. di una soluzione di carbonato sodico al 5 % per 15' e si riscalda poi fin presso all'ebollizione per 15' ancora.

Si filtra ora, si lava con acqua calda, indi con un poco di HCl dil. (1:9) caldo e finalmente con acqua calda fino a reazione neutra. Con le solite norme il residuo viene seccato, calcinato, pesato e rapportato a 100 moltiplicandolo per 50.

*d*) Determinazione del contenuto in ossido di magnesio (MgO):

Un grammo di materiale posto in capsula di porcellana della capacità di circa 300 cc. viene trattato con 25 cc. di acqua e agitato con bacchetta di vetro; vi si aggiungono poi 25 cc. di ac. nitrico dil. (1:1), si rimescola e si evapora a b. m. sino a secchezza agitando di tanto in tanto con bacchetta di vetro il residuo insolubile.

Si riprende il residuo con 25 cc. di ac. nitrico dil. (1:1) e un poco di acqua ossigenata, si evapora sino a secchezza a b. m. e si pone poi la capsula in una stufa a 120° lasciandovela per due ore. Si umetta quindi il residuo con ac. nitrico conc. e si lascia digerire a freddo per 15'.

Si riprende infine con 100 cc. di acqua ed un poco di acqua ossigenata, si scalda e si filtra. Il residuo ben lavato con acqua bollente si trascura.

Il filtrato proveniente dalla separazione della silice si neutralizza con ammoniaca riportando in soluzione con qualche goccia di ac. nitrico e di un poco di acqua ossigenata l'incipiente precipitato che si forma.

Il liquido debolmente acido così ottenuto si porta a 300-400 cc., si addiziona di 20-30 cc. di una soluzione di persolfato ammonico al 10 % e si tiene per circa 3 ore su b. m. agitando frequentemente. Si filtra in seguito e si lava un paio di volte con acqua calda.

Il filtrato proveniente da quest'ultimo trattamento si rende di nuovo debolmente acido per aggiunta di ammoniaca come sopra, si addiziona di altri 10 cc. di soluzione di persolfato, si scalda per un'ora su b. m. e si ritorna a filtrare attraverso il filtro precedente lavando infine bene con acqua calda.

Quest'ultimo filtrato si scalda all'ebollizione, si tratta con lieve eccesso di ammoniaca facendo bollire per 1'; si filtra poi e si lava con acqua bollente. Nel filtrato così ottenuto si procede alla separazione della calce come all'art. 6 *a*) comma 3.

Il liquido proveniente dalla separazione della calce viene evaporato sino a secchezza ed il residuo viene poi calcinato per eliminare i sali ammoniacali. Si riprende con un poco di HCl dil. (1:5), si scalda, si filtra, si diluisce opportunamente, si aggiunge qualche grammo di cloruro ammonico e si determina MgO come all'art. 6 *a*).

*e*) Determinazione del contenuto in anidride solforica ($SO_3$):

Come all'art. 9 *c*).

*Sezione II - Prove fisico-meccaniche.*

Art. 12.

Per l'accertamento dei requisiti di accettazione di cui al Capo II le calci debbono essere sottoposte alle prove fisico-meccaniche riportate negli articoli seguenti e distinte a seconda che si tratti di calce grassa o magra in zolle, calce idrata in polvere, calci idrauliche.

Art. 13.

Le prove fisico-meccaniche per la calce grassa o magra in zolle si effettuano come segue:

*a*) Determinazione del rendimento in grassello:

Si adopera l'apparecchio del Rebuffat, rappresentato nella fig. 1, allegato *B*, alle presenti norme.

Esso si compone di un robusto bicchiere (*A*), che ha internamente 6 cm. di altezza per 7,5 di diametro. Sull'orlo di questo bicchiere può poggiare una scatola cilindrica di ottone (*B*) alta cm. 2,5 e del diametro di cm. 7; fra la parete interna del bicchiere e la parete esterna della scatola resta così uno spazio anulare di mm. circa. Nella lamina di appoggio della scatola sull'orlo del bicchiere è praticato un foro (*b*) per dare accesso alla punta del tubetto di efflusso di una buretta. La scatola

stessa dev'essere a fondo molto spesso e lavorata all'esterno in modo che riesca perfettamente cilindrica.

Completano l'apparecchio un certo numero di cestini metallici (*C*) di forma cilindrica, alti cm. 2,5 e larghi cm. 6,8, con la parete di sottile foglia di ottone e il fondo di tela di ottone a 4900 maglie per cmq.

Per tarare l'apparecchio, messa a posto nel bicchiere (2) la scatola di ottone (*B*), si fa scorrere da una buretta della capacità di 200 cmc. dell'acqua nel bicchiere stesso fino a che il liquido comincia ad innalzarsi nello spazio anulare compreso fra il bicchiere e la scatola. A questo punto si aggiunge l'acqua più lentamente sino a che il volume versato raggiunga un numero intero di cmc.; poi, per mezzo del diamante, si segnano sulla superficie esterna del bicchiere il livello dell'acqua e il suo volume. Ciò fatto si vuota l'apparecchio, si asciuga e si ricomincia l'esperienza introducendo nel bicchiere un cestino.

E' necessario versare nella buretta un minor volume di acqua per raggiungere il tratto segnato nella esperienza precedente e la differenza del volume di acqua versata, letta sulla graduazione della buretta, dà il volume del cestino, che può venire inciso sulla parete di esso, oppure segnato in apposita tabella.

Si tarano così tutti i cestini annessi all'apparecchio i quali, se lavorati accuratamente, risultano di volume sensibilmente uguale.

Per eseguire la prova 20 gr. del campione fatto come all'art. 6 sono messi nel cestino (*C*) al quale, esternamente al fondo, si fa aderire un disco di carta da filtro umida poco più grande del fondo stesso. Si pone il cestino nella scatola di ottone, vi si versa lentamente dell'acqua fino a 4/5 dell'altezza e si aspetta l'estinzione.

Avvenuta questa si toglie il cestino dalla scatola e si pone sopra un strato di fogli di carta da filtro, ricoprendolo con una campana di vetro. Si preparano così uno dopo l'altro almeno tre cestini per lo stesso campione di calce; il grassello di questi, trovandosi al disopra di uno strato assorbente e dal riparo dell'anidride carbonica dell'aria, è posto in condizioni del tutto simili a quelle di una fossa a calce.

Quando il grassello comincia a fendersi ed a distaccarsi dalle pareti del cestello si dà mano alla misura del rendimento.

A questo scopo si prende uno dei cestini, si libera del disco di carta da filtro aderente, trascurando le tracce di idrato di calcio passate attraverso la rete, si introduce nel bicchiere vuoto dell'apparecchio e se ne determina il volume. Dal volume in cmc. grassello + cestino, sottraendo il volume del cestino, si ha in cmc. quello del grassello. Moltiplicando questo volume del grassello per 0,05 si ottiene il rendimento in mc. per tonnellata di calce.

### Art. 14.

Le prove fisico-meccaniche per la calce idrata in polvere si effettuano come segue:

*a*) Determinazione dei residui al vaglio di 900 maglie/cmq. e 4900 maglie/cmq.:

Si adoperano i due vagli di forma circolare del diametro di cm. 10 di 900 e 4900 maglie per cmq. formate con fili metallici di calibro 0,15 mm. e 0,05 mm. rispettivamente. La prova si esegue due volte su 25 gr. della calce idrata campionata come all'art. 6 ed essiccata a 110°-120° sino a peso praticamente costante. La stacciatura è finita quando nell'intervento di 2 minuti il peso del materiale passato al vaglio da 4900 maglie/cmq. non supera 0,10 gr.

A stacciatura avvenuta si pesano separatamente i due residui a 900 e 4900 maglie/cmq. La percentuale di residuo a 900 maglie/cmq. si ottiene facendo prima la media aritmetica dei due residui e moltiplicando poi questa per 4.

La percentuale di residuo a 4900 maglie/cmq. si ottiene facendo la media aritmetica dei due residui pesati direttamente, moltiplicandola per 4 e aggiungendo poi la percentuale di residuo a 900 maglie/cmq.

*b*) Prova di stabilità di volume:

A 20 gr. della calce idrata campionata come sopra si aggiungono 100 gr. di sabbia e tanta acqua da comporre una malta di buona plasticità. Si stende questa su una lastra di vetro ben pulita sino a formarne uno strato spesso 6 mm. circa per 10 cm. di lato e che deve essere di eguale spessore fino all'estremità. Vetro e malta vengono posti in ambiente ben aereato ed a temperatura compresa fra il 18°-24° durante 24 ore.

Si sospende poi in un recipiente coperto, parzialmente riempito di acqua, in modo che questa possa bollire senza toccare la malta. Si porta gradualmente l'acqua all'ebollizione che si mantiene per 6 ore, in modo che la galletta sia circondata dal vapore durante tutto questo tempo.

Dopo raffreddamento nello stesso recipiente, si procede all'esame della galletta che, se era stata fatta con calce idrata non stabile, si presenta più o meno fessurata, contorta, e mostra qua e là dei punti rigonfiati in corrispondenza dei granellini di ossido idratatisi sotto l'azione del vapore.

### Art. 15.

Le prove fisico-meccaniche per le calci idrauliche si effettuano come segue:

*a*) Determinazione della finezza:

Come all'art. 14 *a*).

*b*) Prova di presa:

La prova di presa dev'essere effettuata su pasta normale. Si chiama pasta normale la miscela di calce idraulica e acqua in proporzioni tali che, posta in un anello tronco conico di ebanite disposto su una lastra di vetro e avente un diametro interno alla base superiore di 9 cm. e a quella inferiore di 8 cm. e fatta nel centro di essa discendere lentamente e senza scosse la sonda di consistenza, questa si arresti a 6 mm. dal fondo dell'anello.

La sonda suddetta dev'essere di metallo liscio di forma cilindrica del diametro di 1 cm. e terminata da una sezione piana ortogonale all'asse del cilindro, pesante 300 gr. e portata da un apparecchio che permetta il rilevamento esatto dello spessore della pasta che rimane fra l'estremità inferiore della sonda e la lastra di vetro.

Per determinare l'acqua necessaria a confezionare la pasta normale si distende su una lastra di vetro o di metallo pulito a forma di ciambella 0,500 kg. di calce idraulica versando in mezzo, ed in un sol colpo, una certa quantità di acqua potabile, indi si impasta energicamente con una spatola per 3 minuti contati dal versamento dell'acqua. Con la pasta ottenuta si riempie immediatamente l'anello tronco conico, e si fa la prova con la sonda. Si deve ripetere l'operazione sino alla determinazione dell'acqua con la quale si ottenga la pasta normale.

Tutte le operazioni suindicate devono essere fatte in ambiente a temperatura compresa tra il 15° e 20° e dentro questi limiti deve essere compresa la temperatura dell'acqua, della scatola e del legante.

La prova di presa consiste nello stabilire, in funzione del tempo, di quanto affonda nella pasta un ago di ferro, detto ago di Vicat, cilindrico, liscio, terminato da una sezione piana ortogonale all'asse, di un mmq. di area (diametro 1,13 mm.) e pesante 300 gr.

Si chiama inizio della presa l'istante in cui il suddetto ago si arresti dalla lastra di vetro a distanza di 1 mm. e termine della presa l'istante in cui l'ago è sopportato dalla pasta senza che vi penetri più di mezzo mm. I periodi di tempo occorrenti per il principio e per il termine della presa vengono calcolati dall'inizio dell'impasto.

*c*) Prova di stabilità di volume:

Per la calce idraulica naturale in zolle, la calce idraulica naturale o artificiale e la calce emintemente idraulica naturale o artificiale si procede come all'art. 14 *b*).

Per la calce idraulica artificiale pozzolanica e la calce idraulica artificiale siderurgica si procede come segue:

Con la pasta normale di cui sopra è detto si confezionano due focacce o gallette aventi il diametro di cm. 10-15 e lo spessore verso il mezzo di cm. 1-2, decrescente verso il perimetro fino a pochi mm. (circa 5).

Le focacce sono conservate per 48 ore in un ambiente umido al riparo della corrente d'aria e dai raggi del sole, ad una temperatura compresa fra il 15° e 20° C. ed umidità relativa di circa l'80 %. Dopo 48 ore le due focacce sono immerse in acqua fra 15° e 20° di temperatura, che viene progressivamente riscaldata all'ebollizione in circa mezz'ora di tempo, vi sono mantenute in tale condizioni per 3 ore e poi con l'acqua stessa raffreddata sino alla temperatura ambiente.

*d*) Prove a trazione e pressione:

Le prove a trazione e pressione devono essere effettuate su malta confezionata con sabbia normale. Per sabbia normale s'intende quella estratta dalla cava situata nella sponda del Lago Massacciuccoli in territorio del comune di Viareggio, frazione Torre del Lago. Detta sabbia deve passare attraverso una vaglio di lamiera dello spessore di 1 mm. con fori circolari del diametro di 1,5 mm. e dev'essere ritenuta da un vaglio di lamiera dello spessore di 0,5 mm. con fori circolari di 1 mm., con tolleranza del 5 % in più o in meno.

Si chiama malta normale l'impasto con opportuna quantità di acqua di una miscela costituita di una parte di calce idraulica e da tre quarti di sabbia normale.

La quantità di acqua per la malta normale deve essere quella indicata dallo stabilimento produttore.

Nel caso manchi questa indicazione si forma la malta normale con quantità di acqua uguale al 9 % del peso della miscela secca.

Per la confezione dei provini per le prove a trazione e a pressione si pongono in una bacinella 500 gr. di calce idraulica e 1500 gr. di sabbia normale e si mescolano a secco per 1 minuto, indi viene aggiunta l'acqua e si mescola per un altro minuto. La miscela viene poi posta, per ultimare l'impasto, in una mescolatrice a bacinella mobile e mola rotante, facendo percorrere alla bacinella 20 giri in 2 minuti e mezzo (otto giri al minuto).

La bacinella mobile deve avere il diametro medio di 40 cm. la molla deve avere il peso di 20 kg. circa, compreso l'albero che la porta, il diametro massimo di 20 cm., lo spessore di cm. 8 e terminare alla periferia con sagoma circolare.

La distanza della mola rotante di compressione dalla bacinella mobile, lungo tutta la sua sagoma, deve essere da 5 a 6 mm. misurata sui raggi passanti per i centri della sagoma circolare.

Con tale quantitativo di malta normale si confezionano due provini a trazione e due a compressione.

La prova a trazione si effettua con le seguenti modalità:

La malta normale, nella quantità corrispondente a 200 gr. di miscela secca, viene collocata senza costipamento nella forma normale, della sezione minima di 5 cmc., corrispondente al tipo di provino della fig. 2, allegato *B* alle presenti norme, costituita da due pezzi e racchiusa in un'altra di maggior volume; e quindi compressa mediante 120 colpi di maglietto del peso di 2 kg. cadente dall'altezza di 0,25 m. con un lavoro di compressione di 0,3 kgm. per gr. di miscela secca. Il cuscinetto metallico su cui batte il maglietto deve avere la faccia superiore e inferiore piana, l'altezza di 5 cm. circa e pesare un chilogrammo.

Ultimata la battitura si toglie con precauzione l'eccesso della malta lisciando la superficie dello stampo con la spatola. I provini debbono rimanere negli stampi per 48 ore ed essere conservati in ambiente con circa l'80 % di umidità.

Trascorso tale periodo di tempo i provini sono sformati e messi in acqua potabile. L'acqua, che deve avere un volume minimo di circa 3 volte quello dei provini immersi ed una temperatura compresa tra 15° e 20°, viene rinnovata ogni 7 giorni.

I provini devono essere tolti dall'acqua all'atto delle prove di rottura e asciugati.

L'apparecchio per la rottura dei provini deve essere regolato in modo che lo sforzo di trazione sia continuo e cresca in ragione di 1 kg./cmq. per minuto secondo.

La forma delle branche di attacco deve essere quella della fig. 3, allegato *B* alle presenti norme.

Ciascun esperimento esige la rottura di sei provini; si assume come resistenza definitiva la media dei 4 migliori.

La prova a pressione si effettua con le seguenti modalità:

La malta, nella quantità corrispondente a 800 gr. di miscela secca, viene collocata assestandola con la spatola in una forma cubica della sezione di cmq. costituita da 4 pezzi e racchiusa in altra forma di maggior volume.

Si esegue quindi la compressione dell'impasto mediante 160 colpi di maglietto del peso di kg. 3 cadente dall'altezza di 0,50 m. con un lavoro di compressione di 0,3 kgm. per gr. di miscela secca.

Il cuscinetto metallico su cui batte il maglietto deve avere le faccie superiori e inferiori piane, l'altezza di 10 cm. e pesare 2,5 kg.

Per le altre modalità si debbono osservare le stesse norme stabilite per le prove a trazione.

L'apparecchio per la rottura dei provini deve essere regolato in modo che lo sforzo di pressione sia continuo e cresca in ragione di 20kg./cmq. per minuto secondo.

Lo sforzo di pressione deve esercitarsi perpendicolarmente a due delle facce opposte che sono state a contatto delle pareti laterali della forma.

### Art. 16.

Le prove di cui al presente capo III, debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali dell'elenco di cui all'allegato *A* alle presenti norme.

## CAPO IV.

### Modalità e condizioni di fornitura.

### Art. 17.

Le calci grasse o magre in zolle, quando non possono essere caricate per la spedizione subito dopo l'estrazione dai forni, devono essere conservate in locali chiusi o silos al riparo degli agenti atmosferici. Il trasporto in cantiere deve eseguirsi al riparo della pioggia e dall'umidità.

Il campione per le prove sulle calci aeree deve essere di 50 kg. ogni 100 q.li di calce e deve essere preso con la pala da diversi punti del mucchio.

La calce idrata in polvere deve essere confezionata in imballaggi di carta e conservata in locali bene asciutti. Gli imballaggi debbono portare ben visibile: l'indicazione dello stabilimento produttore, il peso del prodotto, la specifica se trattasi di fiore di calce, o calce idrata da costruzione.

Il campione per le prove sulla calce idrata deve essere di 50 kg. prelevato da 10 sacchi per ogni partita di 100 sacchi o frazione, ed in via eccezionale, nei grandi cantieri, per ogni partita di 2000 sacchi, quando il direttore dei lavori si sia reso conto della costanza della calce usata.

Art. 18.

Per la calce idraulica naturale in zolle valgono le modalità e condizioni stabilite dall'art. 17, comma 1 e 2.

Tutte le calci idrauliche in polvere debbono essere fornite con imballaggi originali del peso di kg. 50, chiusi con legaccio munito di sigillo metallico.

Il sigillo metallico deve portare impressa, in modo indelebile, l'indicazione dello stabilimento produttore, la quantità di calce idraulica e le resistenze minime a trazione e compressione della malta normale 1:3, di cui al Capo II, dopo 28 giorni di stagionatura.

Se le calci idrauliche sono fornite in imballaggi speciali di carta a chiusura automatica a valvola, che non possono essere aperti senza lacerazione, le dette indicazioni debbono essere stampate a grandi caratteri sui sacchi.

Le suddette prescrizioni valgono anche per le calci idrauliche importate dall'estero e debbono essere accertate dagli uffici di Dogana.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse comunque manomesso, od il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Il prelievo del campione dev'essere effettuato con le modalità indicate nell'ultimo comma dell'art. 17.

ALLEGATO A.

**Elenco dei laboratori ufficiali**

*Laboratori sperimentali annessi alle cattedre di Scienza delle costruzioni:*

del R. Istituto Superiore d'ingegneria (Politecnico) di Torino;

del R. Istituto Superiore d'ingegneria (Politecnico) di Milano;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Padova;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Genova;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Bologna;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Pisa;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Roma;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Napoli;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Palermo;

laboratorio del R. Istituto sperimentale delle comunicazioni (Sezione ferroviaria).

ALLEGATO B.

Fig. 1.

Fig. 2.

Sezione AB

Fig. 3.

Visto, d'ordine di Sua Maestà il Re d'Italia e di Albania
Imperatore d'Etiopia

*Il DUCE del Fascismo, Capo del Governo*
MUSSOLINI

---

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. 2232.
**Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione.**

VITTORIO EMANUELE III
PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE
RE D'ITALIA E DI ALBANIA
IMPERATORE D'ETIOPIA

Veduto l'art. 18 del R. decreto-legge 25 giugno 1937-XV, numero 1114;
Veduto il R. decreto-legge 5 settembre 1938-XVI, n. 1787;
Udito il Consiglio dei Ministri;
Sulla proposta del DUCE del Fascismo, Capo del Governo, di concerto coi Ministri per i lavori pubblici e per le corporazioni;
Abbiamo decretato e decretiamo:

Sono approvate e rese obbligatorie le annesse norme, compilate dal Consiglio nazionale delle ricerche, per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione, le quali saranno firmate, d'ordine Nostro, dal DUCE del Fascismo, Capo del Governo, proponente.
Sono abrogate tutte le disposizioni contrarie o comunque incompatibili con quelle del presente decreto, il quale entrerà in vigore nel 60° giorno dopo la sua pubblicazione.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e farlo osservare.

Dato a Roma, addì 16 novembre 1939-XVIII

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI — SERENA — RICCI

Visto, *il Guardasigilli*: GRANDI
*Registrato alla Corte dei conti, addì* 29 *febbraio* 1940-XVIII
*Atti del Governo, registro n.* 418, *foglio n.* 114. — MANCINI

**Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione**

CAPO I.

*Norme generali.*

Art. 1.

Le pietre naturali da impiegare nelle costruzioni e le relative caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche sono stabilite, in ogni singolo caso, tenuto conto dell'impiego che dovrà farsene nell'opera da costruire.

Art. 2.

Le caratteristiche delle pietre naturali da impiegare nelle costruzioni si determinano mediante le prove indicate negli articoli seguenti.
Le prove debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali indicati nell'allegato alle presenti norme.

Art. 3.

I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove sono prelevati dalle forniture esistenti in cantiere e debbono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nei contratti, in relazione al tipo della pietra ed all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

CAPO II.

*Prove per la determinazione delle caratteristiche fisiche.*

Art. 4.

Le prove relative alle caratteristiche fisiche consistono nella determinazione del peso volume, del peso specifico, del coefficiente d'imbibizione e della gelività.

Art. 5.

Per stabilire il peso volume si fa il rapporto fra il peso $G$ in grammi ed il volume $V$ in cmc., e cioè $G/V$, determinato su materiale seccato a 110°. Il peso $G$ si valuta con una bilancia che abbia una approssimazione di 0,1 %, ed il volume $V$ su cubi o prismi mediante calcolo.
Se il materiale non può aversi in forma regolare, $V$ si determina anche su frammenti irregolari con un volumenometro a mercurio. Con materiali che presentano grossi vuoti e sono eccessivamente porosi, di regola, si fa la determinazione del peso col calcolo su pezzi di forma regolare.

Art. 6.

Per stabilire il peso specifico si fa il rapporto tra il peso $p$ di una pietra allo stato asciutto e quello $g$ dell'acqua distillata che può essere spostata dal volume della sua massa: $y = p\, g$.
Si determina su 30-50 grammi di materiale ridotto in polvere che non lasci residui su vaglio di 900 maglie di cmq. e seccata a 110°, con uno qualsiasi dei comuni metodi noti, purchè esso sia tale da dare risultati con approssimazione di unità nella seconda cifra decimale.

Art. 7.

Per stabilire il coefficiente d'imbibizione si fa il rapporto fra l'aumento di peso che subisce un provino di pietra, quando è saturo di acqua, ed il suo peso allo stato asciutto, e cioè $\frac{G\,m - G}{G}$ in cui $G$ è il peso del provino asciutto e $G\,m$ il peso del provino saturo di acqua.

Si determina pesando un provino di pietra asciutta dopo averlo seccato a 110° e quindi immergendolo a poco a poco nell'acqua distillata a temperatura di 15-20° e lasciandovelo finchè in successive pesate risulti raggiunto un aumento di peso che si mantenga costante, nell'ordine del centigrammo.

Prima di ripesare il provino occorre asciugarlo alla superficie con un panno. Questa prova in acqua richiede alcuni giorni.

Una determinazione più rapida del coefficiente di imbibizione può ottenersi collocando il provino in un recipiente chiuso a tenuta d'aria, facendo in esso il vuoto e quindi introducendo dell'acqua.

Art. 8.

La resistenza della pietra all'azione disgregatrice causata dal gelarsi dell'acqua contenuta nei pori si prova su cubetti di 7,1 cm. di lato (sezione cmq. 50) per pietre di grana fina e di cm. 10 di lato (sezione cmq. 100) per pietre di grana grossa. Nei provini sono indicate possibilmente le faccie che sono parallele al piano di posa della pietra in cava.

Per ogni determinazione occorrono 24 provini, dovendosi fare tre serie di prove di resistenza alla compressione, e cioè coi provini asciutti, coi provini saturi di acqua e coi provini congelati; in ciascuna delle tre serie di prove quattro cubetti debbono essere assoggettati a pressione nella stessa direzione del piano di posa della pietra in cava ed altri quattro nella direzione perpendicolare al detto piano.

I provini per la prima serie di prove devono essere asciugati completamente, e cioè sino a che alla temperatura di 30° non diano più alcuna diminuzione di peso.

Per la seconda serie devono essere saturati di acqua, immergendoli più volte in acqua distillata a + 15°.

Per produrre il congelamento dei provini saturi della stessa acqua, essi devono essere posti in acqua distillata a + 35° e lasciati immersi per tre ore, successivamente debbono essere collocati in un frigorifero alla temperatura di — 10° e lasciati congelati per la durata di altre tre ore.

Il ciclo suindicato completo deve essere ripetuto 20 volte.

Il materiale sarà dichiarato non gelivo, se nessuno dei provini, durante e dopo i 20 cicli, presenterà screpolature o traccie di lesioni, e la resistenza media a compressione dopo 20 cicli non risulterà inferiore per oltre il 20 % a quella degli analoghi provini saturi di acqua e se il peso non risulterà diminuito.

CAPO III.

*Prove di resistenza meccanica.*

Art. 9.

Le prove di resistenza meccanica sono quelle di resistenza alla compressione, usura, di rotolamento per il pietrisco e di flessione ed urto per le lastre.

Art. 10.

La resistenza alla compressione viene eseguita su quattro provini cubici aventi il lato di cm. 7,1 (sezione cmq. 50) per pietre di grana fina e di cm. 10 (sezione cmq. 100) per pietre di grana grossa, aventi facce esattamente piane e parallele normalmente alle quali si esercita lo sforzo di pressione. La macchina di prova è munita di nodo sferico, ed il carico di prova sale con velocità di 20 kg./cmq. al secondo.

Lo sforzo di pressione è esercitato perpendicolarmente alle facce parallele al piano di posa della pietra in cava, per quanto ne sia possibile la determinazione, ed anche nella direzione del detto piano. La resistenza è espressa in kg. per cmq., prendendo la media di quattro provini. La prova si fa tanto con provini allo stato asciutto, quanto con provini allo stato di saturazione di acqua, inteso nei limiti fissati all'art. 7. Nel certificato della prova viene indicato anche l'aspetto della rottura del provino.

Art. 11.

La prova di usura per attrito radente, viene fatta su due provini prismatici a base quadrata di cm. 7,1 di lato ed aventi un'altezza non superiore a 5 cm. Collocati i provini nella macchina di prova devono essere compressi contro il disco rotante con un carico di 3 kg./cmq.

L'abrasivo ad usura deve essere costituito di sabbia silicea del litorale pesarese formata da granelli che passino per un setaccio con fori di 0,5 mm. di diametro.

Al disco deve farsi eseguire, con velocità periferica di un metro al secondo, un numero di giri tale da corrispondere ad un persorso di un chilometro del provino sul disco, mentre l'equipaggio portante i provini deve a sua volta ruotare sul suo asse per rendere il consumo uniforme.

Viene dato come risultato la diminuzione di spessore misurata con un calibro.

Invece di due provini dello stesso campione di pietra se ne può collocare sulla macchina uno solo, sostituendo l'altro con un provino di materiale tipo (es. granito di S. Fedelino) per le prove di confronto.

Art. 12.

La prova di usura al getto di sabbia si eseguisce su un provino prismatico avente una base quadrata ben spianata di circa cm. 7,1 di lato. Esso viene posto nella macchina di prova, munita di schermo circolare di cm. 6 di diametro, e sottoposto al getto di sabbia funzionante con aria compressa alla pressione di kg. 1,5 per cmq. Il getto è continuato fino a che è proiettata sul provino una quantità di sabbia pari a grammi 50 per cmq. di superficie colpita. Invece di fissare la quantità della sabbia può essere fissata la durata del getto.

La sabbia ha la stessa provenienza e granulometria di quella usata nella prova per attrito radente.

Come risultato viene data la diminuzione di peso subita del provino; inoltre dev'essere descritto, ed eventualmente fotografato, l'aspetto della superficie attaccata.

Art. 13.

La prova di rotolamento viene fatta per pietrisco per massicciate stradali e si esegue con apparecchio « Deval », impiegando kg. 5 del pietrisco asciutto costituito da elementi passanti dallo staccio di mm. 60 di diametro e trattenuti sullo staccio di mm. 40. Il pietrisco è introdotto nell'apparecchio « Deval », al quale sono fatti compiere 10.000 giri alla velo-

cità di 30 giri al minuto. Ultimata l'operazione, il materiale è scaricato e stacciato con uno staccio avente fori tondi del diametro di mm. 1,5 di lato. Il materiale trattenuto viene completamente liberato dalla polvere formatasi, durante la prova mediante una accurata lavatura d'ogni singolo elemento, quindi essiccato fino a peso costante.

La differenza tra questo peso e quello della prova rappresenta il consumo. Il coefficiente di qualità viene espresso da 20 C., dove C rappresenta il consumo come sopra determinato, espresso in percentuale.

Art. 14.

La prova di flessione viene fatta per le lastre e viene eseguita su una lastra appoggiata a due coltelli a spigolo arrotondato caricata in mezzeria servendosi di un altro coltello a spigolo arrotondato. Viene dato, come risultato, il carico unitario dovuto al momento di rottura per flessione.

Art. 15.

La prova d'urto viene fatta pure per le lastre e viene eseguita lasciando cadere una palla di ghisa di kg. 1 su una lastra, appoggiata orizzontalmente su di un letto di sabbia, da altezza non inferiore ai due metri, aumentabile in relazione al materiale ed al suo impiego.

Lo strato di sabbia, senza preventivo costipamento, deve avere uno spessore non inferiore a cinque volte quello della lastra.

CAPO IV.

*Prove di resistenza chimica.*

Art. 16.

Le prove di resistenza chimica sono quelle per determinare la resistenza alla selsedine marina.

Per provare la resistenza delle pietre alla salsedine marina si tiene il provino alternativamente immerso in acqua di mare ed esposto ad una corrente di aria satura di salsedine. Le alternative devono avere la durata di 24 ore e sono ripetute per un periodo di almeno sei mesi.

Trascorso il periodo di esperimento si esamina se il provino presenta traccie di disgregamento e di alterazione, specialmente negli spigoli.

ALLEGATO A.

**Elenco dei laboratori ufficiali**

*Laboratori sperimentali annessi alle cattedre di Scienze delle corporazioni:*

del R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Torino;

del R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Milano;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Padova;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Genova;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Bologna;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Pisa;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Roma;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Napoli;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Palermo;

laboratorio del R. Istituto sperimentale delle comunicazioni (Sezione ferroviaria).

Visto, d'ordine di Sua Maestà il Re d'Italia e di Albania
Imperatore d'Etiopia

*Il DUCE del Fascismo, Capo del Governo*
MUSSOLINI

---

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. 2233.
**Norme per l'accettazione dei materiali laterizi.**

VITTORIO EMANUELE III
PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE
RE D'ITALIA E DI ALBANIA
IMPERATORE D'ETIOPIA

Veduto l'art. 18 del R. decreto-legge 25 giugno 1937-XV, n. 1114;
Veduto il R. decreto-legge 5 settembre 1938-XVI, n. 1787;
Udito il Consiglio dei Ministri;
Sulla proposta del DUCE del Fascismo, Capo del Governo, di concerto coi Ministri per i lavori pubblici e per le corporazioni;
Abbiamo decretato e decretiamo:

Sono approvate e rese obbligatorie le annesse norme, compilate dal Consiglio nazionale delle ricerche, per l'accettazione dei materiali laterizi, le quali saranno firmate, d'ordine Nostro, dal DUCE del Fascismo, Capo del Governo, proponente.

Sono abrogate tutte le disposizioni contrarie o comunque incompatibili con quelle del presente decreto, il quale entrerà in vigore nel 60° giorno dopo la sua pubblicazione.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 16 novembre 1939-XVIII

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI — SERENA — RICCI

Visto, *il Guardasigilli*: GRANDI
*Registrato alla Corte dei conti, addì 29 febbraio* 1940-XVIII
*Atti del Governo, registro* 418, *foglio* 117. — MANCINI

**Norme per l'accettazione dei materiali laterizi**

CAPO I.

DEFINIZIONI, CLASSIFICAZIONI E REQUISITI D'ACCETTAZIONE.

Art. 1.

Agli effetti delle presenti norme s'intendono per laterizi materiali artificiali da costruzione, formati di argilla, contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro, di car-

bonato di calcio, purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, pezzi che, dopo asciugamento, vengono esposti a giusta cottura in apposite fornaci.

Art. 2.

Agli effetti delle presenti norme, i materiali laterizi si suddividono in:

*a*) *materiali laterizi pieni,* quali i mattoni ordinari, i mattoncini comuni e da pavimento, le pianelle per pavimentazione, ecc.;

*b*) *materiali laterizi forati,* quali i mattoni con due, quattro, sei, otto fori, le tavelle, i tavelloni, le forme speciali per volterrane, per solai di struttura mista, ecc.;

*c*) *materiali laterizi per coperture,* quali i coppi e le tegole di varia forma ed i rispettivi pezzi speciali.

Art. 3.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione debbono nella massa essere scevri da sassolini e da altre impurità; avere facce liscie e spigoli regolari; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme; dare, al colpo di martello, suono chiaro; assorbire acqua per immersione; asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco; avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

## CAPO II.

### METODI DI PROVA

### SEZIONE I - *Norme speciali.*

Art. 4.

Per accettare se i materiali laterizi abbiano i requisiti indicati all'art. 3, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna ed alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, debbono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.

Le prove debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali indicati nell'allegato alle presenti norme.

Art. 5.

Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.

Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali ed in solfati alcalini.

Art. 6.

In casi speciali può essere prescritta una analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline sono analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza dei liquidi di cui temesi la aggressività.

### SEZIONE II - *Prove fisiche.*

Art. 7.

La resistenza a compressione dei laterizi pieni si determina su provini, ottenuti tagliando a metà il laterizio (mattone), sovrapponendo le due parti in modo che nei fianchi del provino alla testa naturale dell'una corrisponda la faccia segata dell'altra e cementando insieme le due metà con pasta di cemento ad alta resistenza. Le due faccie del provino parallele al piano di saldatura devono essere spianate e rese perfettamente parallele con pasta di cemento ad alta resistenza.

I provini debbono essere lasciati stagionare sette giorni in ambiente a temperatura normale.

Lo sforzo di compressione dev'essere esercitato normalmente alle superfici spianate parallele, aumentando il carico in ragione di circa 20 kg. al cmq. per 1''.

Le indicazioni della macchina di prova non dovranno essere affette da errore superiore al due per cento.

La prova dev'essere eseguita su quattro provini allo stato asciutto e su altri quattro provini imbibiti di acqua.

La resistenza alla compressione viene determinata tanto per i provini allo stato asciutto quanto per quelli imbibiti di acqua, e corrisponderà alla media dei carichi unitari di rottura dei tre provini a risultati più omogenei fra i quattro.

La resistenza a compressione dei laterizi forati verrà determinata, sottoponendo il laterizio completo a sforzi di compressione secondo le due coppie di faccie continue parallele, preventivamente spianate con pasta di cemento.

Le prove devono essere eseguite in numero di quattro per ogni coppia di faccie, tanto sui laterizi asciutti quanto sui laterizi imbevuti di acqua.

Viene dato come risultato il carico unitario di rottura riferito tanto alla superficie delle faccie soggette alla compressione quanto alla sezione (normale al carico) delle sole costole, effettuando la media dei tre risultati più omogenei fra i quattro provini.

Art. 8.

La prova a flessione consiste nel caricare nella mezzeria i laterizi appoggiati agli estremi su due coltelli arrotondati.

Il carico sarà trasmesso al laterizio da un terzo coltello a spigolo pure arrotondato.

Con eventuale preparazione si provvede a che il contatto fra i cigli dei coltelli e la superficie del saggio sia uniforme, secondo tre rette perfettamente parallele.

Si fanno quattro prove e come risultato si darà il carico medio totale di rottura dei tre provini a risultati più omogenei fra i quattro.

Il carico totale deve essere ragguagliato a quello che, in elementi di campata e larghezza di un metro, determinerebbe pari sollecitazioni.

Art. 9.

La resistenza dei materiali laterizi all'azione di basse temperature si determina come appresso.

Quattro mattoni segati a metà saranno immersi in acqua a + 35° per tre ore e poscia posti in frigorifero a — 10° per altre tre ore. Il ciclo predetto viene ripetuto venti volte.

Dopo ciascun ciclo si osserva l'aspetto dei mezzi mattoni.

Dopo venti cicli si formano con i mezzi mattoni quattro provini come per la prova a compressione, prova che viene eseguita su essi.

I laterizio in esame si dichiara non gelivo se durante e dopo i venti cicli non presenta screpolature o traccie di lesioni e se la resistenza a compressione dei provini formati con tali mezzi mattoni sottoposti al gelo è discesa al disotto dell'80 per cento della resistenza presentata da quelli provati allo stato asciutto.

La resistenza media dei provini con mezzi mattoni sottoposti al gelo viene determinata su tre dei risultati di rottura più omogenei.

### Art. 10.

Per la prova d'imbibimento i laterizi intieri saranno essiccati in stufa fino a costanza di peso, indi immersi in acqua pura per 48 ore, asciugati con carta bibula e pesati. La quantità d'acqua assorbita viene espressa in percentuale del peso dei laterizi essiccati.

### Art. 11.

La prova all'urto di resistenza del nasello e quella d'impermeabilità sono limitate alle tegole.

Per la prova all'urto le tegole da provare saranno appoggiate agli estremi su due sostegni a coltello a spigolo arrotondato alla distanza prescritta in capitolato. Le tegole così disposte sono colpite nel mezzo con una palla di ghisa del peso di 1 kg. cadente da successive altezze, a partire da centimetri 10 e poi crescenti di 5 in 5 cm.; previa assicurazione che punto di urto e risultante delle reazioni siano in un medesimo piano. Si deve osservare a quale altezza il campione si rompa.

Per provare la resistenza del nasello che serve a fissare mediante filo zincato la tegola marsigliese all'orditura sottostante si affida al nasello, con filo zincato del diametro di 1 mm., un peso crescente di 5 in 5 kg. a partire da 10 kg., tenendo la tegola appoggiata agli estremi in orizzontale.

Si deve osservare sotto quale peso il nasello si spezzi.

Per la prova d'impermeabilità disposta la tegola orizzontalmente e dopo averla imbevuta di acqua, si fissa su essa, per mezzo di pasta di cemento, un telaio di altezza non inferiore a cm. 5 di lamiera o di altro materiale, in modo da formare una specie di recipiente avente per fondo la tegola.

Dopo 24 ore dalla preparazione si versa nel recipiente preparato nel modo suddetto acqua per l'altezza di cm. 5 dal fondo. Si lascia tranquilla l'acqua per 24 ore e si verifica se essa attraverso la tegola sia caduta dalla faccia inferiore.

## SEZIONE III - *Prove chimiche.*

### Art. 12.

Per la determinazione del contenuto in sali solubili totali, cinque mattoni, scelti tra i meno cotti di una fornitura e che non siano stati ancora in contatto con l'acqua, vengono tagliati secondo tre piani di simmetria determinati dai tre assi. Negli otto pezzi così risultanti da ciascun mattone si asportano gli spigoli interni, cioè quelli posti verso il punto d'incrocio degli assi; tali spigoli vengono, tutti insieme, ridotti in polvere, la quale passi tutta attraverso un vaglio di 900 maglie per cmq. e che viene poi liberata dalla porzione di polvere più sottile con un vaglio di 4900 maglie per cmq.

Della polvere così ottenuta (quella cioè che rimane sul secondo vaglio) si pesano gr. 20 che si pongono in un bicchiere di forma alta da 400 cmc. insieme a 250 cmc. di acqua distillata e si scalda quindi all'ebollizione mantenendo questa per un'ora. Durante l'ebollizione il bicchiere si tiene coperto con vetro d'orologio e si ripristina il volume dell'acqua, mano a mano che evapora, usandola sempre calda. Si filtra in seguito il liquido ancora ben caldo (90° circa) si lavano il bicchiere, residuo e filtro con 50 cmc. di acqua distillata ben calda (90° circa) ed il liquido totale così ottenuto si evapora a b. m. sino a secchezza in caspula di porcellana previamente tarata, che infine viene debolmente calcinata e pesata con le comuni norme.

Il peso del residuo, moltiplicato per 5, dà la percentuale di sali solubili totali nei mattoni, percentuale che non deve superare i limiti che potranno essere stabiliti nei capitolati speciali, a seconda dell'impiego.

### Art. 13.

Per la determinazione del contenuto in solfati alcalini gr. 50 di polvere di mattone, ottenuta come sopra, si trattano in un pallone a tappo smerigliato e della capacità di circa 400-500 cmc. con 250 cmc. (esattamente misurati) di una miscela di parti 1,5 in volume di acqua distillata e parte 1 in volume di alcool etilico a 95°. Si agita moderatamente il contenuto del pallone per 10', si lascia poi in riposo per circa 15' ed infine, attraverso filtro asciutto, si decanta il liquido, raccogliendone 200 cmc. in palloncino tarato.

Questi 200 cmc., corrispondenti a gr. 40 di campione, si versano in bicchiere da 400 cmc. unitamente alle acque di lavaggio del palloncino e si evaporano a b. m. sino al volume di circa 50 cmc. In tale liquido limpido (se occorre: filtrare, effettuare i necessari lavaggi e ritornare ad evaporare a circa 50 cmc.), acidificato debolmente con acido cloridrico diluito, si determina l'anidride solforica allo stato di solfato di bario con le seguenti norme:

$$(BaSO_4 \times 0{,}3429) \times 2{,}5 = SO_3\%$$

La quantità di anidride solforica contenuta nel campione sottoposto ad esame non deve risultare superiore al 0,05%.

## CAPO III.

### NORME DI ACCETTAZIONE.

### Art. 14.

Norme specifiche per l'accettazione dei laterizi e per il prelievo dei campioni devono essere stabilite nei capitolati speciali, in relazione all'impiego che di essi deve farsi nelle opere.

Nei capitolati sono altresì precisati le percentuali da raggiungere nelle prove d'accettazione.

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di accertare, con esame diretto del materiale laterizio approntato e con prove di laboratorio su campioni prelevati dal medesimo, che esso abbia i requisiti prescritti dal capitolato speciale.

ALLEGATO A.

### Elenco dei laboratori ufficiali

*Laboratori sperimentali annessi alle cattedre di Scienza delle costruzioni*:

del R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Torino;

del R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Milano;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Padova;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Genova;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Bologna;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Pisa;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Roma;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Napoli;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Palermo;
laboratorio del R. Istituto sperimentale delle comunicazioni (Sezione ferroviaria).

Visto, d'ordine di Sua Maestà il Re d'Italia e di Albania
Imperatore d'Etiopia

*Il DUCE del Fascismo, Capo del Governo*
MUSSOLINI

---

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. 2234.
**Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazioni.**

VITTORIO EMANUELE III
PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE
RE D'ITALIA E DI ALBANIA
IMPERATORE D'ETIOPIA

Veduto l'art. 18 del R. decreto-legge 25 giugno 1937-XV, n. 1114;
Veduto il R. decreto-legge 5 settembre 1938-XVI, n. 1787;
Udito il Consiglio dei Ministri;
Sulla proposta del DUCE del Fascismo, Capo del Governo, di concerto coi Ministri per i lavori pubblici e per le corporazioni;
Abbiamo decretato e decretiamo:

Sono approvate e rese obbligatorie le annesse norme compilate dal Consiglio nazionale delle ricerche, per l'accettazione dei materiali per pavimentazioni, le quali saranno firmate, d'ordine Nostro, dal DUCE del Fascismo, Capo del Governo, proponente.
Sono abrogate tutte le disposizioni contrarie o comunque incompatibili con quelle del presente decreto, il quale entrerà in vigore nel 60° giorno dopo la sua pubblicazione.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 16 novembre 1939-XVIII

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI — SERENA — RICCI

Visto, *il Guardasigilli*: GRANDI
*Registrato alla Corte dei conti, addì 29 febbraio 1940-XVIII*
*Atti del Governo, registro 418, foglio 116.* — MANCINI

**Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione**

Art. 1.

Sono sottoposti alle disposizioni contenute negli articoli seguenti i materiali aventi forma di piastrelle o di lastre, ed in particolar modo i materiali appresso indicati:

1) Pianelle comuni in argilla.
2) Pianelle pressate ed arrotate di argilla.
3) Mattonelle di cemento con o senza colorazione, a superficie levigata.
4) Mattonelle di cemento con o senza colorazione con superficie striata o con impronta.
5) Marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.
6) Mattonelle greificate.
7) Lastre e quadrelli di marmo o di altre pietre.
8) Mattonelle d'asfalto o di altra materia cementata a caldo.

Art. 2.

Le prove da eseguire per accertare la bontà dei materiali da pavimentazione in lastre o piastrelle sono quelle di resistenza alla rottura, per urto, alla rottura per flessione, alla usura per attrito radente, all'usura per getto di sabbia; la prova di gelività e, per i materiali di cui al n. 8 dell'articolo precedente, anche quella d'impronta.

Le prove d'urto, flessione e impronta, vengono eseguite su quattro provini, ritenendo valore definitivo la media dei tre risultati più omogenei tra i quattro.

La prova di usura si esegue su due provini i cui risultati vengono mediati.

La prova di gelività si effettua su tre provini e ciascuno di essi deve resistere al gelo perchè il materiale sia considerato non gelivo.

Le prove debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali indicati nell'allegato alle presenti norme.

Art. 3.

Per la prova di rottura all'urto occorre stabilire l'altezza di caduta minima di una sfera di acciaio del peso di un chilogrammo, colpendo la piastrella o la lastra nel centro, la spezzi. Il campione dev'essere appoggiato su letto di sabbia di 10 cm. di spessore.

La sabbia deve avere granulometria pari a quella della sabbia normale prescritta per le prove sulle malte normali cementizie e dev'essere contenuta in una cassetta il cui perimetro interno si distacchi di cm. 10 da quello della piastrella. Questa è collocata nella sabbia, in guisa da restare affondata per l'intero spessore.

Per determinati materiali i capitolati speciali possono prescrivere l'uso di gravi cadenti di peso e forma differenti.

Il prodotto dell'altezza di caduta per il peso della sfera si assume quale coefficiente di rottura per urto.

Praticamente la prova si effettua, lasciando cadere inizialmente la sfera di acciaio da 5 cm. di altezza ed aumentando successivamente di 5 cm. in 5 cm. l'altezza di caduta sino a produrre la rottura. Per piastrelle di piccole dimensioni l'appoggio può essere fatto su cuscino ripieno di sabbia sciolta.

### Art. 4.

La prova di rottura alla flessione si esegue collocando la piastrella e la lastra su due appoggi a coltello con spigoli arrotondati con raggio di cm. 1, disposti parallelamente ai lati e situati alla distanza di cm. 10 tra loro. Il carico viene trasmesso gradualmente sulla faccia di calpestio, lungo la mezzeria, da un terzo coltello disposto parallelamente agli altri due.

Se con $p$ si indica lo sforzo totale in chilogrammi, che determina la rottura, con $b$ la larghezza della piastrella o lastra in centimetri e con $h$ il suo spessore in centimetri, il carico unitario di rottura a flessione assume il valore $\frac{15\,p}{b\,h^2}$.

### Art. 5.

La prova all'usura per attrito radente si esegue con una macchina chiamata « tribometro » costituita:

a) da un disco orizzontale di ghisa, rotante intorno al suo asse centrale verticale con velocità uniforme;

b) da una traversa diametrale orizzontale per mezzo della quale vengono premuti sul disco due provini ad una distanza tale dal centro del disco, che la velocità relativa rispetto al disco risulti di un metro al minuto secondo;

c) da altra traversa diametrale orizzontale ortogonale alla prima portante alle sue estremità dispositivi che lasciano fluire sulla pista l'abrasivo inumidito;

d) da due coppie di spazzole convenientemente disposte, che convogliano sotto i provini l'abrasivo che tende a sfuggire.

I provini premuti contro il disco ruotano a mezzo di speciale dispositivo meccanico intorno al proprio asse centrale verticale in ragione di un giro del provino per 50 giri del disco.

Come abrasivo si usa graniglia di carborundum umettata sufficientemente con olio minerale fluido di viscosità Engler compresa tra 5 e 7 a + 50° C.

Il carborundum deve passare allo staccio, con larghezza netta di maglia non inferiore a mm. 0,15, nè superiore a millimetri 0,20.

Il consumo di carborundum ed olio deve essere all'incirca di 20 e 12 grammi rispettivamente al minuto primo.

I provini quadrati della superficie di 50 cmq. devono essere premuti contro il disco con il peso totale di 15 kg. (pressione unitaria di 0,3 kg/cmq.).

La prova viene normalmente eseguita con un percorso della mola di 500 m.

Per i materiali aventi uno strato superficiale di calpestio diverso dalla massa il percorso dev'essere tale che il consumo sia contenuto in tale strato.

Si chiama coefficiente di abrasione l'altezza dello strato abraso in mm. con pressione di 0,3 kg/cmq. per un percorso di 1000 metri.

Si determina tale coefficiente ritenendo che il consumo sia proporzionale allo spazio percorso.

La prova di usura sopra descritta è applicabile ai materiali omogenei sui quali la pressione e quindi l'usura sono ripartite uniformemente.

Per i materiali aggregati si esegue di regola la prova al getto di sabbia, che meglio della prova di usura mette in luce le proprietà di compattezza raggiunte nell'aggregazione dei vari elementi con la massa cementante.

### Art. 6.

La prova di usura a getto di sabbia consiste nel proiettare sui campioni un getto di sabbia realizzato mediante un iniettore alimentato da aria compressa a due atmosfere, che trascina con sè l'abrasivo costituito da sabbia del litorale pesarese di grana compreso fra mm. 0,5 a mm. 1,2 di diametro.

La zona da coprire col getto è limitata con un diaframma che ha forma circolare di cm. 6 di diametro.

La prova dura due minuti durante i quali il provino deve ruotare per rendere uniforme in tutta la superficie l'azione abrasiva del getto. Invece di fissare la durata del getto si può fissare la quantità di sabbia da iniettare in ragione di gr. 50 per ogni cmq. di superficie. L'aspetto della superficie colpita, nella quale vengono messe in evidenza le irregolarità e le differenze di resistenza dei diversi elementi costitutivi del materiale, e la sua perdita di peso, sono elementi di giudizio per l'accettabilità del materiale.

### Art. 7.

La prova alla gelività è prescritta per i materiali di pavimentazione da impiegare all'aperto. La prova viene eseguita imbevendo di acqua un campione del materiale, dopo di che esso viene posto in un frigorifero a — 10° per un tempo sufficiente perchè la temperatura interna si abbassi pure sino a — 10°. Di regola bastano tre ore. Successivamente il campione viene posto a disgelare in acqua tiepida a + 35° per un tempo sufficiente, di solito tre ore. Si rimette poi il campione disgelato nel frigorifero, ripetendo il ciclo completo per venti volte.

Dopo ogni ciclo, ed in particolare alla fine della prova, si esamina attentamente la superficie del campione per accertare se presenta incrinature o distacco di particelle.

### Art. 8.

La prova d'impronta deve essere fatta sulle mattonelle di asfalto e su tutti i materiali per pavimentazione ottenuti per cementazione a caldo.

Portatane la temperatura a + 50° con immersione in acqua mantenuta a 50° per un'ora, si esercita sulla mattonella per la durata di un minuto primo la pressione di 1000 kg. con uno stampo quadrato, portato a temperatura di 50°, di superficie 40 cmq. (pressione unitaria di 25 kg/cmq.).

Sulla mattonella non deve restare impronta la cui profondità ecceda mm. 0,10.

### Art. 9.

Le condizioni di accettazione sono da determinarsi nei capitolati speciali, a seconda delle applicazioni che devono farsi dei singoli materiali per pavimentazione.

Per i materiali qui appresso indicati sono di regola adottati nei capitolati speciali, nei riguardi delle prove all'urto, alla flessione ed all'usura, i limiti di accettazione rispettivamente indicati per ciascuno dei materiali medesimi.

| INDICAZIONE DEL MATERIALE | Resistenza | | Coefficiente di usura al tribometro in m/m |
|---|---|---|---|
| | all'urto Kgm. | alla flessione Kg/cmq. | |
| 1 - Pianelle comuni di argilla . . . | 0,20 | 25 | 15 |
| 2 - Pianelle pressate ed arrotate di argilla . . . . . . . . . . . | 0,20 | 30 | 15 |
| 3 - Mattonelle di cemento a superficie levigata . . . . . . . . | 0,20 | 30 | 12 |
| 4 - Mattonelle di cemento a superficie striata o con impronta. . | 0,25 | 30 | 12 |
| 5 - Marmette e mattonelle a mosaico | 0,20 | 40 | 10 |
| 6 - Mattonelle greificate . . . . . . | 0,20 | 50 | 4 |
| 7 - Lastre e quadrelli di marmo o di altra pietra (secondo la qualità della pietra): | | | |
| *a*) Marmo saccaroide . . . . | — | — | 10 |
| *b*) Calcare compatto . . . . | — | — | 6 |
| *c*) Granito . . . . . . . . | — | — | 4 |
| 8 - Mattonelle di asfalto . . . . . . | 0,40 | 30 | 15 |

ALLEGATO A.

**Elenco dei laboratori ufficiali**

*Laboratori sperimentali annessi alle cattedre di Scienza delle costruzioni*:

del R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Torino;
del R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Milano;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Padova;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Genova;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Bologna;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Pisa;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Roma;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Napoli;
della facoltà d'ingegneria della R. Università di Palermo;
laboratorio del R. Istituto sperimentale delle comunicazioni (Sezione ferroviaria).

Visto, d'ordine di Sua Maestà il Re d'Italia e di Albania
Imperatore d'Etiopia

*Il DUCE del Fascismo, Capo del Governo*
MUSSOLINI

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. 2235.

**Norme per l'accettazione dei mattoni e terre refrattarie da impiegare nelle comuni costruzioni edilizie.**

VITTORIO EMANUELE III
PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE
RE D'ITALIA E DI ALBANIA
IMPERATORE D'ETIOPIA

Veduto l'art. 18 del R. decreto-legge 25 giugno 1937-XV, n. 1114;

Veduto il R. decreto-legge 5 settembre 1938-XVI, n. 1787;

Udito il Consiglio dei Ministri;

Sulla proposta del DUCE del Fascismo, Capo del Governo, di concerto coi Ministri per i lavori pubblici e per le corporazioni;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Sono approvate e rese obbligatorie le annesse norme, compilate dal Consiglio nazionale delle ricerche, per l'accettazione dei mattoni e terre refrattarie da impiegare nelle comuni costruzioni edilizie, le quali saranno firmate, d'ordine Nostro, dal DUCE del Fascismo, Capo del Governo, proponente.

Sono abrogate tutte le disposizioni contrarie o comunque incompatibili con quelle del presente decreto, il quale entrerà in vigore nel 60° giorno dopo la sua pubblicazione.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 16 novembre 1939-XVIII

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI — SERENA — RICCI

Visto, *il Guardasigilli*: GRANDI
*Registrato alla Corte dei conti, addì 29 febbraio 1940-XVIII*
*Atti del Governo, registro 418, foglio 112.* — MANCINI

**Norme per l'accettazione dei mattoni e terre refrattarie da impiegare nelle comuni costruzioni edilizie**

Art. 1.

Agli effetti delle presenti norme s'intendono per mattoni refrattari, materiali da costruzione atti a sopportare temperature elevate senza fondere e conservando anche alle alte temperature caratteristiche adeguate di resistenza alle sollecitazioni meccaniche.

Art. 2.

I mattoni refrattari da impiegare nell'edilizia devono avere struttura omogenea e compatta e non presentare ammanchi di materia nè screpolature o distorsioni: devono dare alla percussione suono metallico ben netto: nel normale avvicendamento delle temperature non dovranno sgretolarsi nè screpolarsi.

I mattoni refrattari, hanno di consueto forma parallelepipeda, ma in casi speciali potranno essere prescritte particolari forme e dimensioni.

Ogni mattone deve portare impressa la marca della ditta fabbricante e le lettere e numeri progressivi individuanti le singole partite, in modo però che non ne risulti alterata la resistenza meccanica.

Per speciali condizioni di impiego la loro composizione deve corrispondere alle rispettive prescrizioni del capitolo speciale.

Art. 3.

Le terre refrattarie devono presentarsi in polvere uniforme passante senza residuo nello staccio di 196 maglie per centimetro quadrato. Impastate con conveniente quantità di acqua devono formare una pasta plastica che nell'essiccamento non dovrà spaccarsi.

Art. 4.

Le prove da eseguire per accertare la bontà dei materiali refrattari sono quelle di resistenza alla rottura per compressione, di cedimento a caldo, di inalterabilità delle dimensioni, di refrattarietà e di comportamento alle variazioni di temperatura.

Le prove debbono essere eseguite in uno dei laboratori ufficiali indicati nell'allegato alle presenti norme.

Art. 5.

La prova a compressione a temperatura ordinaria con o senza preventivo arroventamento, viene eseguita con le stesse modalità previste per il materiale laterizio pieno; qualora però la fornitura contempli pezzi di forma diversa dagli ordinari mattoni, dovranno ricavarsi provini di forma cubica delle dimensioni massime possibili.

Art. 6.

Per la prova di cedimento a caldo, dal mattone in prova viene ricavato con adatta fresa un provino cilindrico del diametro di mm. 50 ed avente le basi perfettamente parallele. Tale provino viene introdotto nella zona di uniforme temperatura di un forno elettrico a resistenza e quindi sottoposto, normalmente alle basi, al carico di due chilogrammi per centimetro quadrato, che viene tenuto costante per tutta la durata della prova. Il carico viene applicato con l'interposizione di una piastrina di carbone dello spessore di millimetri cinque.

La temperatura del forno viene quindi fatta aumentare in ragione non superiore a 15° al minuto primo fino a raggiungere la temperatura di 1000° e non più di 10° in media dopo raggiunti i 1000°. Il controllo della temperatura deve eseguirsi a mezzo di adatta coppia termo-elettrica, tenendo conto dell'errore del giunto freddo, o mediante pirometro ottico preventivamente tarato, con tutti gli accorgimenti atti a garentire l'esattezza della misura.

La macchina di prova dev'essere munita di apposito apparecchio che tracci il diagramma della variazione di altezza del provino.

Il comportamento del provino e le caratteristiche del diagramma rilevato devono corrispondere alle prescrizioni di capitolato, in relazione alle condizioni di impiego del materiale.

Art. 7.

Per la prova di inalterabilità delle dimensioni, si ricava dal mattone refrattario un provino cubico, avendo cura che due facce di esso risultino parallele alle facce del mattone su cui si troverà applicato il carico in opera. Tale provino viene riscaldato fino alla temperatura di 1200° in un forno che presenti una sufficiente zona di temperatura praticamente costante, avendo cura di regolare l'aumento di temperatura dopo raggiunti i 600° in ragione di dieci gradi circa in media per minuto primo. Esso viene quindi estratto dal forno e lasciato raffreddare all'aria libera ambiente.

Le misure nel senso delle tre dimensioni principali del provino, dopo tale raffreddamento, non devono differire più del due per cento delle lunghezze primitive.

Art. 8.

La prova di refrattarietà viene eseguita sopra provini di forma piramidale a base triangolare di dimensioni identiche ai testimoni fusibili Seger con i quali verrà controllata la temperatura durante la prova.

I provini sono ricavati ritagliandoli con strumenti adatti direttamente dalla massa di un mattone.

Tre provini così ottenuti vengono collocati in un forno elettrico a resistenza che presenti una zona centrale a temperatura uniforme alternativamente con i tre testimoni Seger, corrispondenti alla temperatura prevista nel rispettivo capitolato ed alle temperature precedenti e seguenti nella scala Seger.

La temperatura negli ultimi 200° precedenti la massima di prova dev'essere aumentata con la possibile uniformità in ragione di 10° in media al minuto primo fino a raggiungere detta temperatura massima alla quale il corrispondente testimone Seger reclina la estremità superiore fino a toccare leggermente il piano di appoggio senza altra deformazione. A tale temperatura i provini devono avere comportamento analogo al detto testimone Seger di paragone.

La prova di refrattarietà della terra viene eseguita, prelevando un campione medio e ricavando con esso dei provini a forma dei coni Seger con impasto di terra e soluzione acquosa di destrina.

Art. 9.

Per determinare il comportamento alle variazioni di temperatura, i mattoni refrattari riscaldati fino a temperatura di arroventamento debbono sostenere l'azione prolungata di una corrente di aria a temperatura ambiente senza deterioramento.

I mattoni devono essere sottoposti a 10 cicli di riscaldamento graduale fino all'arroventamento in opportuno tipo di forno e di raffreddamento in aria ambiente.

Il comportamento del mattone viene giudicato buono se non presenta screpolature e se la riduzione di peso subito dopo detti dieci cicli non risulti superiore al 2 per cento del peso finale. Le pesate devono effettuarsi con approssimazione al grammo.

Art. 10.

I limiti di accettazione dei materiali refrattari devono essere stabiliti in capitolato, tenendo conto delle varie condizioni di impiego.

Per i mattoni che si trovano esposti a fuoco moderato, come avviene nei forni da pane, caminetti, stufe ordinarie da appartamento, ecc., di regola nella prova di rendimento a caldo sono adottati i limiti appresso indicati:

*a*) la temperatura detta di inversione, alla quale il provino, dopo di essersi dilatato, comincia a diminuire di altezza non dev'essere inferiore a 1100°;

*b*) la temperatura di inizio del rammollimento corrispondente alla diminuzione di mm. 0,35 dell'altezza del pro-

vino rispetto alla temperatura di inversione non deve risultare inferiore a 1150°;

c) la temperatura considerata di schiacciamento, alla quale l'altezza del provino è diminuita del 40 per cento non dev'essere inferiore a 1350°.

Inoltre la resistenza alla compressione a freddo dev'essere non minore di 100 kg.-cmq. e la temperatura di fusione non dev'essere inferiore a 1500°.

Quando l'impianto sia di tale importanza da rivestire il carattere di un impianto industriale sono tenute presenti le norme generali consigliate dal Comitato termotecnico per i refrattari impiegati nelle industrie.

ALLEGATO A.

**Elenco dei laboratori ufficiali**

*Laboratori sperimentali annessi alle cattedre di Scienza delle costruzioni*:

del R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Torino;

del R. Istituto superiore d'ingegneria (Politecnico) di Milano;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Padova;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Genova;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Bologna

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Pisa;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Roma;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Napoli;

della facoltà d'ingegneria della R. Università di Palermo

laboratorio del R. Istituto sperimentale delle comunicazioni (Sezione ferroviaria).

Visto, d'ordine di Sua Maestà il Re d'Italia e di Albania
Imperatore d'Etiopia

*Il DUCE del Fascismo, Capo del Governo*
MUSSOLINI

LONGO LUIGI VITTORIO, *direttore* — GIOLITTI GIUSEPPE, *direttore agg.* SANTI RAFFAELE, *gerente*

(3105012) Roma — Istituto Poligrafico dello Stato — G. C.